

# PROCESS FOR THE PRODUCTION OF LAMINATED CORES AND ELECTROMAGNETIC UNITS PRODUCED THEREFROM

**Patent number:** WO9730504

**Publication date:** 1997-08-21

**Inventor:** SETIABUDI FRANS (DE); GEHRIG MICHEL (CH);  
MASSEN ULRICH (DE); MOSER ROLAND (CH);  
MOSER THOMAS (CH); MILLER LUITPOLD (DE);  
HAHN WOLFGANG (DE)

**Applicant:** CIBA SC HOLDING AG (CH); THYSSEN INDUSTRIE  
(DE); SETIABUDI FRANS (DE); GEHRIG MICHEL (CH);  
MASSEN ULRICH (DE); MOSER ROLAND (CH);  
MOSER THOMAS (CH); MILLER LUITPOLD (DE);  
HAHN WOLFGANG (DE)

**Classification:**

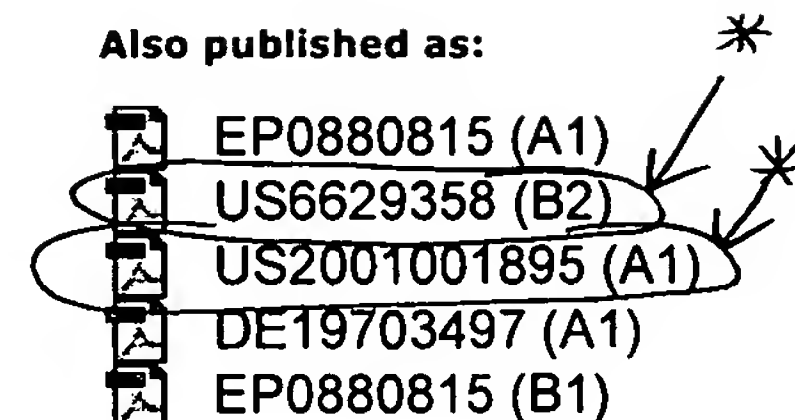
**- international:** *B60L13/03; E01B25/32; H01F41/02; H02K15/02;  
H02K41/02; B60L13/00; E01B25/00; H01F41/02;  
H02K15/02; H02K41/02; (IPC1-7): H02K1/04;  
H01F27/245; H01F41/02; H02K15/02*

**- european:** B60L13/03; E01B25/32; H01F41/02A2; H02K15/02C;  
H02K41/02

**Application number:** WO1997DE00200 19970131

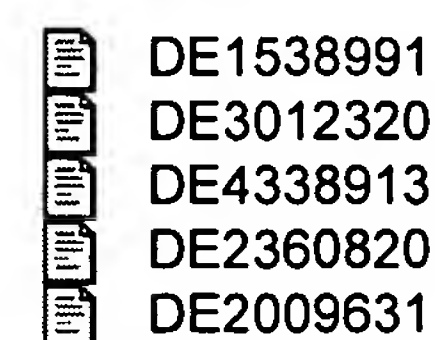
**Priority number(s):** CH19960000359 19960212

**Also published as:**



more >>

**Cited documents:**

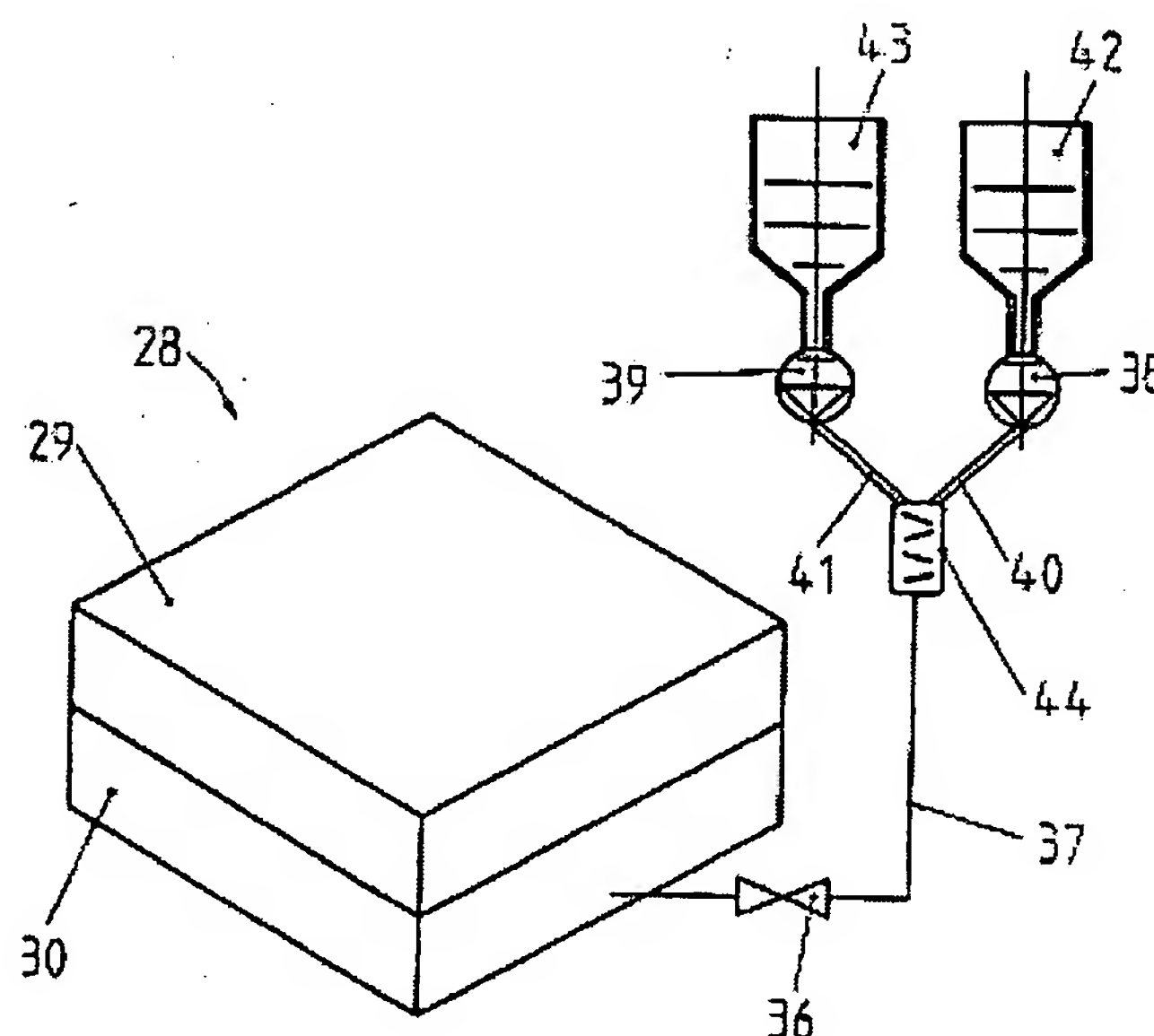


more >>

**Report a data error here**

## Abstract of WO9730504

The invention relates to a process for producing a laminated core (8) consisting of ferromagnetic material and/ or a unit containing said laminated core (8) and at least one other component (12, 13, 14). According to the invention, the laminated core (8) comprises unfinished magnetic steel sheets and is positioned in a shaping tool. The sheets are subsequently encased with a mixture by pouring said mixture into the tool and hardening of the mixture in one working stage, and connected to each other to form a finished laminated core (8). To produce the unit, the laminated core (8) can be connected to the component (12, 13, 14) during the same working stage, and the whole unit can be provided with its final, electrical, magnetic, mechanical and/or geometric properties.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



### **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Verfahren zur Herstellung von Blechpaketen und daraus hergestellten, elektro-  
magnetischen Baugruppen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Blechpaketen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und zur Herstellung von mit derartigen Blechpaketen versehenen, elektromagnetischen Baugruppen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 2. Außerdem betrifft die Erfindung nach diesen Verfahren hergestellte Blechpakete und Baugruppen.

5

Elektromagnetische Baugruppen, die mit Wechselfeldern arbeiten, weisen häufig Eisenkerne aus ferromagnetischem Material auf, die dem Zweck dienen, magnetische Felder überall dort zu führen, wo keine Luftspalte vorgesehen oder erwünscht sind. Zur Vermeidung von Wirbelströmen und Wirbelstromverlusten werden diese Eisenkerne überwiegend aus einer Vielzahl von Blechzuschnitten zusammengesetzt, die durch Stanzen aus Blechtafeln oder -bändern erhalten werden, die aus z.B. 0,35 bis 1,00 mm starken Stahl- bzw. Eisenblechen bestehen und durch einen Lacküberzug, eine Oxidschicht oder andere Mittel gegeneinander isoliert sind. Die Isolierung kann sowohl bereits im Walzwerk am Blechband oder -streifen als auch nachträglich in einer besonderen Beschichtungsanlage an den Bändern, Streifen oder Tafeln angebracht werden und besteht heute meistens aus einer sehr dünnen Silikat-Phosphat-Schicht, die während des Auswalzens der Bleche aufgebracht wird.

10  
15

Daneben ist es häufig erwünscht, die einzelnen Stanzzuschnitte zu einem festen Blechpaket miteinander zu verbinden. Dies wird z.B. durch Anwendung von mechanischen, durch

20

Formschluß wirksamen Mitteln oder einfach dadurch erreicht, daß die fertigen Blechpakete bzw. Kerne mit einer Wicklung umgeben werden, in welchem Fall es allerdings zusätzlich erforderlich ist, die Wicklungen gegen den Kern elektrisch zu isolieren.

- 5 Zur Vermeidung derartiger Verbindungsverfahren, die zwar vergleichsweise preisgünstiger, aber nicht immer anwendbar sind, ist es bereits bekannt (DE 31 10 339 C2), zunächst aus siliziertem Elektroblech hergestellte Streifen vorzugsweise beidseitig mit zusätzlichen Kleberschichten zu versehen, die z.B. aus einem vorgehärteten duroplastischen Kleber bestehen und ggf. bereits im Walzwerk in einem aufwendigen, kostspieligen
- 10 Arbeitsschritt aufgebracht werden. Die Herstellung der Blechpakete erfolgt dann dadurch, daß aus derartigen, von Coils (Trommeln) abgezogenen Blechstreifen Blechzuschnitte bzw. Lamellen ausgestanzt und diese dann zu Stapeln zusammengesetzt und danach durch Erwärmung unter gleichzeitiger Pressung mechanisch fest zu einem Blechpaket miteinander verbunden werden. Anschließend werden die fertigen Blechpakete zusätzlich mit
- 15 einem Überzug aus einem Epoxidharz od. dgl. versehen, um die beim Stanzen freigelegten Schnittkanten der Bleche nachträglich mit einem Korrosionsschutz zu versehen. Dieses Verfahren eignet sich daher zwar zur Herstellung kompakter, qualitativ hochwertiger Blechpakete, wird aber wegen des hohen technischen Aufwandes und der erforderlichen hohen Herstellungskosten für die Beschichtung der Bleche mit Kleber nur selten angewendet. Nachteilig ist ferner, daß der beim Stanzen der Blechzuschnitte anfallende Verschnitt mit einer Kleberschicht versehen ist, was ein sortenfreies Recycling des Blechverschnitts
- 20 verhindert und daher aus Umweltschutzgründen vermieden werden sollte.

- Blechpakete der beschriebenen Art werden außerdem häufig zusammen mit anderen
- 25 Bauelementen zu fertigen Baugruppen miteinander verbunden. Hierzu ist es z.B. bekannt (DE 40 21 591 C2), die Einzelteile eines Ständers eines Elektromotors, insbesondere ein Blechpaket und die zugehörigen Wicklungen, in einem formgebenden Werkzeug mit einem Gießharz zu umgeben, wodurch einerseits die Wicklungen elektrisch isoliert werden und andererseits ein zusammenhängender Verbundkörper erhalten wird. Entsprechend ist es bei
- 30 der Herstellung der Läufer von Elektromotoren bekannt (DE 43 38 913 A1), die zugehörigen Wellen, Blechpakete, Wicklungen und Kommutatoren zunächst lose zusammenstecken und dann in einem formgebenden Werkzeug durch Spritzgießen, Spritzpressen od. dgl. mit einer Kunststoffumhüllung zu versehen. Dabei ergibt sich zwar auch der



Vorteil, daß das Blechpaket an den beim Stanzen der Bleche freigelegten Schnittkanten nachträglich mit einer Isolierung bzw. einem Korrosionsschutz versehen wird. Bei allen diesen Verfahren wird jedoch das Vorhandensein von fertigen, auf die oben erläuterte Weise hergestellten Blechpakete vorausgesetzt.

5

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Blechpaketen und von mit Blechpaketen versehenen elektromagnetischen Baugruppen vorzuschlagen, das die Anwendung einfacher, kostengünstiger Bleche ermöglicht, deren Verschnitt umweltverträglich entsorgt werden kann, und das ferner weniger Einzelschritte als bisher  
10 erfordert und daher insbesondere zu Vereinfachungen bei der Herstellung der Baugruppen führt. Außerdem sollen eine hohe mechanische Festigkeit und eine hohe Beständigkeit gegen äußere oder innere Witterungseinflüsse erzielt werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienen die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1, 2,  
15 10 und 11.

Weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung ist überall dort mit Vorteil anwendbar, wo aus ferromagnetischem Material  
20 hergestellte Blechpakete benötigt werden. Der Ausdruck "elektromagnetische Baugruppen" umfaßt daher insbesondere elektrische Maschinen auf Drehstrom-, Synchron- und Asynchronbasis und Teile davon wie z.B. Ständer und Läufer sowie Drosselspulen mit Eisenkernen, Transformatoren und Magnete, insbesondere Lasthebe- oder Hubmagnete und Teile davon.

25

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in der beiliegenden Zeichnung mit geringfügig variierenden Maßstäben dargestellt sind. Es zeigen:

30 Fig. 1 einige Bleche eines Blechpakets für einen erfindungsgemäßen Magnetkern in einer perspektivischen, auseinandergezogenen Darstellung;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung der zur Herstellung eines kompletten Magnetkerns

verwendeten Bauelemente bei in gestapeltem Zustand befindlichem Blechpaket;

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung des Magnetkerns nach Fig. 2 im zusammengesetzten Zustand aller Bauelemente;

5

Fig. 4 in einer perspektivischen Darstellung die Bewicklung eines Wickelkörpers des Magnetkerns nach Fig. 3;

10

Fig. 5 in einer perspektivischen Darstellung einen mit dem Magnetkern nach Fig. 1 bis 4 hergestellten Magnetpol nach dem Anordnen in einer Hälfte eines Werkzeugs, das zur Imprägnierung des Blechpakets, zur Durchtränkung des Blechpakets und der Wicklung, zur Verbindung des Blechpakets mit den übrigen Bauteilen und zur Umhüllung des gesamten Magnetpols mit einem härtbaren Gemisch dient;

15

Fig. 6 einen Querschnitt durch das Werkzeug längs der Linie VI-VI der Fig. 5 mit eingelegtem Magnetpol;

Fig. 7 schematisch das Einbringen eines härtbaren Gemischs in das Werkzeug nach Fig. 5 und 6;

20

Fig. 8 eine perspektivische Darstellung des fertigen Magnetpols;

Fig. 9 in teilweise auseinandergezogener Darstellung einen Längsschnitt durch ein Blechpaket für den Ständer einer elektrischen Maschine;

25

Fig. 10 eine Draufsicht auf einen Abschnitt einer Baugruppe, die das Blechpaket nach Fig. 9 und schematisch dargestellte Wicklungen umfaßt;

Fig. 11 einen Schnitt längs der Linie XI-XI der Fig. 10;

30

Fig. 12 einen Schnitt analog zu Fig. 11 durch die Baugruppe, jedoch nach dem Einlegen in ein Werkzeug, das zur Imprägnierung des Blechpakets, zur Durchtränkung des Blechpakets und der Wicklung, zur Verbindung des Blechpakets mit den Wicklungen des

Ständers und zur Umhüllung des gesamten Ständers mit einem härtbaren Gemisch dient;

Fig. 13 schematisch das Einbringen eines härtbaren Gemischs in das Werkzeug nach Fig. 12; und

5

Fig. 14 einen Schnitt analog zu Fig. 11 durch den fertigen Ständer.

Die Erfindung wird nachfolgend an den Beispielen eines Magnetpols, der z.B. für eine Magnetschwebbahn geeignet ist (DE 33 03 961 C2 und DE 34 10 119 A1), und eines  
10 Ständers für eine elektrische Maschine näher erläutert, deren Aufbau, Funktion und Geometrie dem Fachmann allgemein bekannt sind und daher nicht näher erläutert werden brauchen.

Ein Magnetpol enthält in an sich bekannter Weise einen aus einem Blechpaket bestehenden  
15 Eisenkern und eine auf diesen aufgebrachte Wicklung. Nach Fig. 1 bis 8 besteht der Eisenkern aus einer Vielzahl von einzelnen, parallel angeordneten und bündig aufeinander ausgerichteten Blechen oder Lamellen 1, die z.B. durch Ausstanzen aus einem ferromagnetischen Elektroblechstreifen erhalten werden, der von einer Trommel (Coil) abgewickelt und einem Stanzwerkzeug zugeführt wird. Erfindungsgemäß handelt es sich um einen  
20 rohen Elektroblechstreifen. Dabei wird unter der Bezeichnung "roh" verstanden, daß der Elektroblechstreifen im Gegensatz zu DE 31 10 339 C2 keine in einem besonderen Arbeitsgang aufgebrachte Kleberschicht aufweist. Dagegen kann der Blechstreifen, wie es bei Elektroblechen üblich ist, durch einen Lacküberzug, eine Oxidschicht oder andere preisgünstig aufbringbare Mittel beidseitig mit einer elektrisch isolierenden Schicht  
25 versehen sein. Diese Schicht kann bereits im Walzwerk am Blechstreifen angebracht werden und besteht bei heute üblichen Elektroblechen meistens aus einer sehr dünnen Silikat-Phosphat-Schicht, die während des Auswalzens der Elektrobleche hergestellt wird. Für die Zwecke der Erfindung ist diese Schicht vergleichsweise unbedeutend, da sie u. U. auch völlig fehlen kann.

30

Die einzelnen Bleche 1, von denen in Fig. 1 nur einige dargestellt sind, haben im Ausführungsbeispiel bei einer Dicke von z.B. 0,35 bis 1,00 mm identische Abmessungen und weisen je eine vordere bzw. hintere Breitseite 2 und in Umfangsrichtung je eine schmale



Oberseite 3, eine Unterseite 4 und zwei Seitenkanten 5 und 6 auf. Sie werden außerdem beim Stanzvorgang an identischen Stellen mit wenigstens je einem Loch 7 versehen und zur Bildung des Eisenkerns nach dem Stanzvorgang zu Paketen 8 (Fig. 2) gestapelt, indem sie mit ihren vorderen bzw. hinteren Breitseiten 2 bündig und parallel aneinander gelegt werden. Die Zahl der Bleche 1 pro Paket 8 hängt dabei von der Größe und Stärke des herzustellenden Magnetpols ab. Die gegenseitige Ausrichtung der Bleche 1 erfolgt zweckmäßig mit Hilfe von Nutensteinen oder Stäben 9, auf welche die Bleche 1 mit ihren Löchern 7 aufgefädelt werden. Im gestapelten Blechpaket 8 bilden z.B. die Oberseiten 3 der einzelnen Bleche 1 eine Magnetpolfläche 10, die Unterseiten 4 dagegen eine Montagefläche 11.

Nach der Stapelbildung werden die beiden Stirnseiten des Blechpakets 8 mit je einem zusätzlichen Bauelement in Form einer Polwange 12,13 verbunden, die für die erforderliche Stabilität des Magnetkerns sorgen und als Träger eines weiteren Bauelements in Form eines Wickelkörpers 14 (Fig. 2 und 3) dienen. Die relative Ausrichtung der Polwangen 12,13 zum Blechpaket 8 erfolgt zweckmäßig dadurch, daß die Polwangen 12,13 mit Löchern 15 versehen und mit diesen auf die aus dem Blechpaket 8 ragenden Enden der Stäbe 9 aufgesteckt werden und diese Enden dann in sich aufnehmen. Obwohl die Polwangen auch aus Eisen bestehen könnten, werden sie zur Gewichtsreduzierung vorzugsweise aus Aluminium hergestellt.

Der Wickelkörper 14 besteht im wesentlichen aus einem aus Isoliermaterial, z.B. Kunststoff hergestellten Rahmen, der einen im Ausführungsbeispiel im wesentlichen quaderförmigen Hohlraum 16 umgibt, dessen Abmessungen in Höhe, Länge und Breite im wesentlichen den Außenabmessungen des Blechpakets 8 einschließlich der Polwangen 12 und 13 entsprechen. Außerdem ist der Wickelkörper 14 an seinem oberen und unteren Ende mit je einem nach außen ragenden, umlaufenden Montageflansch 17 versehen, so daß zwischen den beiden Montageflanschen 17 ein umlaufender Aufnahmeraum 18 für eine Wicklung 19 (Fig. 4) entsteht.

Zur richtigen Positionierung des Wickelkörpers 14 relativ zum Blechpaket 8 sind die Polwangen 12,13 an ihren äußeren Stirnseiten mit Führungsnuten 20 versehen, die senkrecht zu den Stäben 9 und zur Magnetpolfläche 10 angeordnet sind. Entsprechend

weist der Wickelkörper 14 an zwei gegenüberliegenden Seiten nach innen ragende Führungsrippen 21 auf, die beim von oben oder unten her erfolgenden Aufsetzen des Wickelkörpers 14 auf das Blechpaket 8 in die Führungsnuten 20 eintreten und dann eine relative Verschiebung des Wickelkörpers 14 zur Magnetpolfläche 10 bis in eine gewünschte Position ermöglichen (Fig. 3), die zweckmäßig durch einen nicht näher dargestellten Anschlag festgelegt ist.

Wie insbesondere Fig. 4 zeigt, wird der Wickelkörper 14 nach seiner Positionierung auf dem Blechpaket 8 mit der Wicklung 19 versehen, die aus abwechselnd aufeinanderfolgenden Lagen eines Leiters 23 und eines Isolators 24 gebildet wird und zwischen den Montageflanschen 17 zu liegen kommt. Der Leiter 23 besteht z.B. aus einem endlosen, von einer Vorratsspule 25 abgewickelten Aluminiumband, während der Isolator 24 z.B. ein von einer Vorratsspule 26 abgewickelter Streifen aus einer üblichen Isolierfolie ist. Die Abwicklung des Leiters 23 und des Isolators 24 von den Vorratsspulen 25,26 bzw. ihre Aufwicklung auf den Wickelkörper 14 erfolgt in Richtung der in Fig. 4 eingezeichneten Pfeile in an sich bekannter Weise. Alternativ wäre es natürlich auch möglich, die Wicklung 22 auf den Wickelkörper 14 aufzubringen, bevor dieser auf dem Blechpaket 8 montiert wird, oder die hier als Lagenwicklung dargestellte Wicklung in mehrere, untereinander zu verschaltende Scheiben aufzuteilen.

Bei der anhand der Fig. 1 bis 3 beschriebenen Baugruppe in Form eines Magnetkerns werden die einzelnen, lose auf die Stäbe 9 aufgefäderten Bleche 1 lediglich durch die Stäbe 9 und den Wickelkörper 14 in Position gehalten, wobei der Wickelkörper 14 an den Seitenkanten 5,6 der Bleche 1 und an den Vorder- bzw. Rückseiten der Polwangen 12, 13 anliegt. Dagegen wird die Wicklung 19 durch die Montageflansche 17 auf dem Magnetkern in Position gehalten. Dabei werden über die Polwangen 12,13 gleichzeitig die Bleche 1 mit einem vorgewählten Druck gegeneinander gepreßt, damit sie dicht aneinander liegen. Zur festen Verbindung aller dieser Teile wird die im wesentlichen aus Fig. 4 ersichtliche Baugruppe in eine Form bzw. ein formgebendes Werkzeug 28 (Fig. 5 bis 7) eingelegt, wobei es sich im Ausführungsbeispiel um ein Werkzeug 28 mit zwei Werkzeughälften 29 und 30 handelt, die analog zu einem Spritzgußwerkzeug an einander gegenüberliegenden Seiten mit Aussparungen 31,32 versehen sind, die im geschlossenen Zustand des Werkzeugs 28 (Fig. 7) eine Kavität bzw. Formhöhlung bilden, deren Abmessungen nur

geringfügig größer als die Außenabmessungen des fertig bewickelten Magnetpols sind.

Zur richtigen Positionierung des Magnetpols in der Kavität dienen einerseits z.B. die unteren Montageflansche 17, andererseits bei Bedarf zusätzliche Positionierungsmittel 33.

5 Im Ausführungsbeispiel bestehen diese aus Stäben, die in Löcher 34 (Fig. 2) ragen, die in den Polwangen 12,13 zusätzlich zu den Löchern 16 und an Stellen ausgebildet sind, die im montierten Zustand unterhalb des Wicklungskörpers 14 zugänglich bleiben, wie insbesondere Fig. 6 zeigt. Die Positionierungsmittel 33 sind z.B. in den Seitenwangen der Werkzeughälfte 30 gelagert und werden beim Schließen des Werkzeugs 28 automatisch in  
10 die Löcher 34 eingefahren. Weitere, nicht dargestellte Positionierungsmittel können am Boden der Werkzeughälfte 30 angeordnet sein. Auf diese Weise ist es möglich, das Blechpaket 8 und den Wickelkörper 14 relativ zueinander im Werkzeug auszurichten.

Eine der Werkzeughälften 29,30 ist gemäß Fig. 7 mit einer bis zur Kavität reichenden  
15 Einlaßöffnung versehen, an die der Ausgang einer mit einem Steuerventil 36 versehenen Leitung 37 angeschlossen ist, die außerdem zwei an je eine Dosierpumpe 38 und 39 angeschlossene Eingänge 40 und 41 aufweist. Den Dosierpumpen 38,39 ist je ein Mischbehälter 42,43 vorgeschaltet und ein in die Leitung 37 geschalteter Mischer 44 nachgeschaltet. Diese Einrichtungen dienen dem Zweck, ein härtpbares Gemisch, insbesondere  
20 eine Gießharzmischung vorzubereiten und nach dem Schließen des Werkzeugs 28 in die Kavität einzuführen. Dadurch werden in einem einzigen Arbeitsgang mehrere Aufgaben erfüllt. Einerseits werden die lose gestapelten Bleche 1 des Blechpakets 8 durch das Einbringen des Gemischs mit den zwischen ihnen erforderlichen, klebend wirkenden Schichten versehen und gleichzeitig wie bei Anwendung eines Klebers zu einem festen  
25 Paket miteinander verbunden. Andererseits wird dieses Paket mit den übrigen Bauelementen der den fertigen Magnetpol (Fig. 8) bildenden Baugruppe 45 zu einer festen Baueinheit miteinander verbunden, die gleichzeitig als Ganzes und insbesondere an den Schnittkanten der Bleche 1 mit einer Korrosionsschutzschicht überzogen wird, die in Fig. 6 schematisch durch eine Linie 46 angedeutet ist. Die vorwählbare Dicke dieser Schicht hängt dabei im  
30 wesentlichen von dem Abstand ab, den die verschiedenen Bauelemente der Baugruppe nach dem Einbringen in das Werkzeug voneinander und von den die Kavität begrenzenden Wandteilen aufweisen, und kann z.B. bis 10 mm, vorzugsweise 2 bis 3 mm betragen. Außerdem erhält die Baugruppe 45 durch die vollständige Umhüllung mit dem härtpbaren

Gemisch ihre endgültigen mechanischen, elektromagnetischen und geometrischen Eigenschaften, wozu insbesondere auch die vom Einzelfall abhängige spezielle Ausbildung des Werkzeugs 28 und der die Formhöhlung bildenden Aussparungen 31, 32 beitragen.

- 5 Das zu verwendende Gemisch ist vorzugsweise eine härtbare (duroplastische) Gießharzmischung auf Epoxid- oder Polycycloolefinbasis und besteht z.B. aus zwei Komponenten, nämlich z.B. einem im Mischbehälter 42 bereitgestellten, ggf. mit einem Zuschlag versehenen Gießharz, z.B. einem Epoxidharz oder Epoxidharzgemisch, und einem im Mischbehälter 43 bereitgestellten Härter, z.B. einem Epoxidhärter. Die beiden Kom-  
10 ponenten werden mittels der Dosierpumpen 38, 39 in einem vorgewählten Verhältnis dosiert, in den Mischer 44 eingeleitet, in diesem innig miteinander vermischt und dann von dort über die Leitung 37 und das Steuerventil 36 in die Kavität eingeführt. Dabei erfolgt die Zuführung der Gießharzmischung vorzugsweise unter einem Druck von z.B. 1 - 3 bar, um insbesondere das Blechpaket 8 so zu durchtränken bzw. zu imprägnieren,  
15 daß alle Bleche allseitig in eine dünne Gießharzschicht eingehüllt werden.

Nach dem Füllen der Kavität wird die Gießharzmischung, vorzugsweise unter Erwärmung des gesamten Werkzeugs 28, der Aushärtung überlassen, bis eine Entformung stattfinden und die fertige Baugruppe 45 aus dem Werkzeug 28 herausgenommen werden kann.

- 20 Alternativ kann das Werkzeug 28 auch bereits vor dem Einbringen der Gießharzmasse erwärmt werden. Am besten ist es außerdem, die Gießharzmasse im Werkzeug 28 nur anzuhärten und die fertigen Baugruppen 45 dann einer Wärmebehandlung (Tempern) zu unterziehen, um z.B. den Aushärtvorgang abzuschließen und/oder langsam flüchtige Bestandteile auszutreiben. Zusätzlich könnte noch ein Reinigungsschritt angeschlossen  
25 werden.

- Bei einer bisher als am besten empfundenen Ausführungsform der Erfindung wird die Gießharzmischung nach dem Druckgeliervfahren in die Hohlräume zwischen den Blechen 1 und den übrigen Bauelementen der Baugruppe 45 bzw. zwischen diesen und den  
30 Wandungen der Formhöhlung eingebracht. Das Druckgeliervfahren ist besonders vorteilhaft, da hierbei der während der Aushärtung auftretende Schwund ausgeglichen wird. Bei diesem auch als Reaktionsharz-Spritzgießen bezeichneten Verfahren (z.B. Kunststoff-Lexikon, Hrg. Dr.-Ing. K. Stoeckhart und Prof. Dr.-Ing. W. Woebcken, Carl

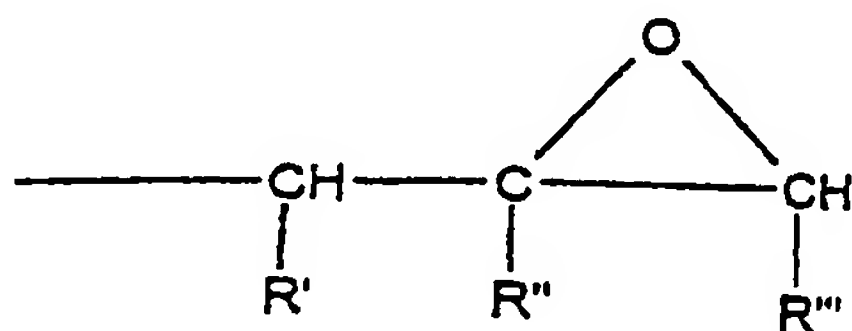


Hanser Verlag, München, BRD, 8. Auflage, 1992) können sowohl Reaktionsharzmassen mit langer Topfzeit als auch hochreaktive Harzmassen verwendet werden, die mit Hilfe der Mischbehälter 42, 43 erst kurz vor dem Einspritzen in das Werkzeug 28 automatisch gemischt und dosiert werden. Dabei können die beiden in Fig. 7 gezeigten Eingänge 40, 41 auch in einen Druckbehälter münden, aus dem die fertige Reaktionsharzmischung dann mittels Druckluft in die Leitung 37 gepreßt wird.

Zur Herstellung der Baugruppe 45 eignen sich zahlreiche Gemische, insbesondere solche, die thermisch härtbar sind.

Bevorzugte härtbare Gemische sind Epoxidharz/Härter-Mischungen und Mischungen aus einem gespannten Cycloolefin und einem Katalysator für die ringöffnende Metathese-Polymerisation.

Als Epoxidharze, die erfindungsgemäss eingesetzt werden können, eignen sich alle Typen von Epoxidharzen, wie beispielsweise solche, die direkt an Sauerstoff-, Stickstoff- oder Schwefelatome gebundene Gruppen der Formel



enthalten, worin entweder R' und R''' je ein Wasserstoffatom darstellen, in welchem Fall R'' ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe bedeutet, oder R' und R''' zusammen -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>- oder -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>- darstellen, in welchem Fall R'' ein Wasserstoffatom bedeutet.

Als Beispiele solcher Harze seien Polyglycidylester und Poly(β-methylglycidyl)ester genannt, die man durch Umsetzung einer Verbindung enthaltend zwei oder mehr Carbonsäuregruppen pro Molekül mit Epichlorhydrin, Glycerindichlorhydrin oder β-Methylepichlorhydrin in Gegenwart von Alkali erhalten kann. Solche Polyglycidylester können sich von aliphatischen Polycarbonsäuren, z.B. Oxalsäure, Bernsteinsäure, Glutarsäure, Adipinsäure, Pimelinsäure, Korksäure, Azelainsäure, Sebacinsäure oder



dimerisierter oder trimerisierter Linolsäure, von cycloaliphatischen Polycarbonsäuren, wie Tetrahydrophthalsäure, 4-Methyltetrahydrophthalsäure, Hexahydrophthalsäure und 4-Methylhexahydrophthalsäure, und von aromatischen Polycarbonsäuren, wie Phthalsäure, Isophthalsäure und Terephthalsäure, ableiten.

5

Weitere Beispiele sind Polyglycidylether und Poly-( $\beta$ -methylglycidyl)ether, die durch Umsetzung einer mindestens zwei freie alkoholische und/oder phenolische Hydroxylgruppen pro Molekül enthaltenden Verbindung mit dem entsprechenden Epichlorhydrin unter alkalischen Bedingungen, oder auch in Gegenwart eines sauren Katalysators mit  
10 nachfolgender Alkalibehandlung, erhältlich sind.

Diese Ether lassen sich mit Poly-(epichlorhydrin) aus acyclischen Alkoholen, wie Ethylenglykol, Diethylenglykol und höheren Poly-(oxyethylen)-glykolen, Propan-1,2-diol und Poly-(oxypropylen)-glykolen, Propan-1,3-diol, Butan-1,4-diol, Poly-(oxytetramethylen)-glykolen, Pentan-1,5-diol, Hexan-1,6-diol, Hexan-2,4,6-triol, Glycerin, 1,1,1-  
15 Trimethylolpropan, Pentaerythrit und Sorbit, aus cycloaliphatischen Alkoholen, wie Resorcit, Chinit, Bis-(4-hydroxycyclohexyl)-methan, 2,2-Bis-(4-hydroxycyclohexyl)-propan und 1,1-Bis-(hydroxymethyl)-cyclohexen-3, und aus Alkoholen mit aromatischen Kernen, wie N,N-Bis-(2-hydroxyethyl)-anilin und p,p'-Bis-(2-hydroxyethylamino)-  
20 diphenylmethan, herstellen. Man kann sie ferner aus einkernigen Phenolen, wie Resorcin und Hydrochinon, sowie mehrkernigen Phenolen, wie Bis-(4-hydroxyphenyl)-methan, 4,4-Dihydroxydiphenyl, Bis-(4-hydroxyphenyl)-sulfon, 1,1,2,2-Tetrakis-(4-hydroxyphenyl)-ethan, 2,2-Bis-(4-hydroxyphenyl)-propan (Bisphenol A) und 2,2-Bis-(3,5-dibrom-4-hydroxyphenyl)-propan, herstellen.

25

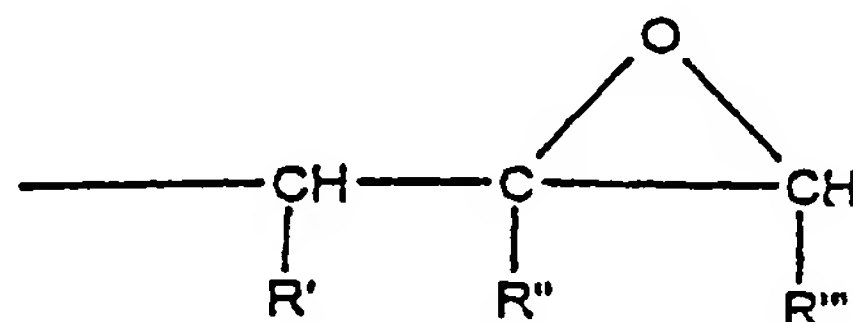
Weitere geeignete Hydroxyverbindungen zur Herstellung von Polyglycidylethern und Poly-( $\beta$ -methylglycidyl)ethern sind die durch Kondensation von Aldehyden, wie Formaldehyd, Acetaldehyd, Chloral und Furfural, und Phenolen, wie zum Beispiel Phenol, o-Kresol, m-Kresol, p-Kresol, 3,5-Dimethylphenol, 4-Chlorphenol und 4-tert.-Butylphenol,  
30 erhältlichen Novolake.

Poly-(N-glycidyl)-verbindungen können beispielsweise durch Dehydrochlorierung der Umsetzungsprodukte von Epichlorhydrin mit mindestens zwei Aminowasserstoffatome

enthaltenden Aminen, wie Anilin, n-Butylamin, Bis-(4-aminophenyl)-methan und Bis-(4-methylaminophenyl)-methan, erhalten werden. Weitere geeignete Poly-(N-glycidyl)-verbindungen sind Triglycidylisocyanurat sowie N,N'-Diglycidyl-derivate von cyclischen Alkylenharnstoffen, wie Ethylenharnstoff und 1,3-Propylenharnstoff, und Hydantoinen, wie zum Beispiel 5,5-Dimethylhydantoin.

Poly-(S-glycidyl)-verbindungen sind zum Beispiel die Di-S-glycidyl-derivate von Dithiolen, wie Ethan-1,2-dithiol und Bis-(4-mercaptomethylphenyl)-ether.

10 Beispiele für Epoxidharze mit Gruppen der Formel



15

worin R' und R''' zusammen eine -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>- oder eine -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-Gruppe bedeuten, sind Bis-(2,3-epoxycyclopentyl)-ether, 2,3-Epoxycyclopentylglycidylether, 1,2-Bis-(2,3-epoxycyclopentyl)-oxy-ethan und 3,4-Epoxycyclohexylmethyl-3',4'-epoxycyclohexancarboxylat.

20

In Betracht kommen auch Epoxidharze, in welchen die Glycidylgruppen bzw.  $\beta$ -Methylglycidylgruppen an Heteroatome verschiedener Art gebunden sind, z.B. das N,N,O-Triglycidyl-derivat des 4-Aminophenols, der Glycidylether/Glycidylester der Salicylsäure oder p-Hydroxybenzoesäure, N-Glycidyl-N'-(2-glycidyloxypropyl)-5,5-dimethylhydantoin und 2-Glycidyloxy-1,3-bis-(5,5-dimethyl-1-glycidylhydantoinyl-3)-propan.

25

Gewünschtenfalls kann man Epoxidharzgemische verwenden.

30

Bevorzugt werden Diglycidylether von Bisphenolen. Beispiele dafür sind Bisphenol A-diglycidylether, Bisphenol F-diglycidylether und Bisphenol S-diglycidylether. Besonders bevorzugt ist Bisphenol A-diglycidylether.

Ganz besonders bevorzugt sind flüssige und niederviskose Epoxidharze.

Zweckmässig übersteigt die Viskosität bei 25°C einen Wert von 20'000 mPa's nicht.

5 In dem erfindungsgemässen Verfahren können im Prinzip sämtliche bekannten Epoxidharzhärter verwendet werden.

Vorzugsweise wird als Epoxidharzhärter eine Carbonsäure oder ein Carbonsäureanhydrid eingesetzt.

10 Beispiele für geeignete Carbonsäurehärter sind:

aliphatische Dicarbonsäuren, wie Oxalsäure, Malonsäure, Bernsteinsäure, Glutarsäure, Adipinsäure, Pimelinsäure, Korksäure, Azelainsäure, Sebacinsäure, 3,6,9-Trioxaundecandisäure, oder dimerisierte oder trimerisierte Linolsäure;

15 cycloaliphatische Polycarbonsäuren, wie beispielsweise Tetrahydrophthalsäure, 4-Methyltetrahydrophthalsäure, Hexahydrophthalsäure und 4-Methylhexahydrophthalsäure; aromatische Dicarbonsäuren, wie Phthalsäure, Isophthalsäure, Terephthalsäure oder Naphthalsäure;

oder Diester-Dicarbonsäuren, die beispielsweise durch Umsetzung von Glykolen, z.B. Polypropylenglykol mit zwei Äquivalenten Dicarbonsäureanhydrid, wie z.B. Tetrahydrophthalsäureanhydrid, erhältlich sind.

20 Als Anhydridhärter können prinzipiell alle Anhydride von di- und höherfunktionellen Carbonsäuren, wie lineare aliphatische polymere Anhydride und cyclische Carbonsäureanhydride in Frage kommen.

25

Beispiele für geeignete Anhydridhärter sind:

Polysebacinsäurepolyanhydrid, Polyazelainsäurepolyanhydrid, Bernsteinsäureanhydrid, Citraconsäureanhydrid, Itaconsäureanhydrid, alkenylsubstituierte Bernsteinsäureanhydride, Dodecenylnadicanhydrid, Maleinsäureanhydrid, Tricarballylsäureanhydrid, 30 Nadicanhydrid, Methylnadicanhydrid, Linolsäureaddukt an Maleinsäureanhydrid, alkylierte Endoalkylentetrahydrophthalsäureanhydride, Methyltetrahydrophthalsäureanhydrid, Tetrahydrophthalsäureanhydrid, Hexahydrophthalsäureanhydrid, Pyromellitsäuredianhydrid, Trimellitsäureanhydrid, Phthalsäureanhydrid, Tetrachlorphthalsäureanhydrid,

Tetrabromphthalsäureanhydrid, Dichlormaleinsäureanhydrid, Chlornadicanhydrid und Chlorendicanhydrid.

5 Vorzugsweise werden flüssige oder leicht schmelzende Dicarbonsäureanhydride als Epoxidharzhärter eingesetzt.

10 Besonders bevorzugte Anhydridhärter sind Methylnadicanhydrid, Tetrahydrophthalsäureanhydrid und Methyltetrahydrophthalsäureanhydrid, wobei Methylnadicanhydrid und Methyltetrahydrophthalsäureanhydrid vorzugsweise als Isomerengemisch eingesetzt werden.

15 Falls gewünscht kann der Anhydridhärter in Kombination mit einem für Anhydridhärter üblichen Reaktionsbeschleuniger eingesetzt werden. Als Reaktionsbeschleuniger eignen sich z.B. tertiäre Amine, Carbonsäuresalze, Metallchelate oder Organophosphine. Bevorzugte Beschleuniger sind die tertiären Amine, wie z.B. N,N-Dimethylbenzylamin, oder substituierte Imidazole.

20 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird als härgbares Gemisch eine Mischung aus einem gespannten Cycloolefin und einem Katalysator für die ringöffnende Metathese-Polymerisation eingesetzt.

25 Unter gespannten Cycloolefinen sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung alle Cycloolefine mit Ausnahme des Cyclohexens und seiner Derivate, die nicht mit der ringöffnenden Metathese polymerisiert werden können, zu verstehen. Geeignete Cycloolefine sind beispielsweise in der WO 96/16100 und der WO 96/20235 beschrieben.

Vorzugsweise wird in dem erfindungsgemässen Verfahren ein Diels-Alder-Addukt von Cyclopentadien eingesetzt.

30 Besonders bevorzugt sind Tetracyclododecen, Methyltetracyclododecen und insbesondere Dicyclopentadien.

Als Katalysatoren für die ringöffnende Metathese-Polymerisation (ROMP-Katalysatoren)

ist dem Fachmann eine grosse Zahl von Verbindungen der Übergangsmetalle Titan, Vanadium, Molybdän, Wolfram, Rhenium, Iridium, Ruthenium und Osmium bekannt. Hierbei handelt es sich beispielsweise um komplexe Metallhalogenide, Metallo-Carbene oder Koordinations-Katalysatoren vom Ziegler-Natta-Typ. Alle diese bekannten ROMP-Katalysatoren können im Prinzip als Komponente (b) in den erfindungsgemässen Zusammensetzungen verwendet werden.

Vorzugsweise wird ein Ruthenium(+II)-Komplexsalz oder ein Osmium(+II)-Komplexsalz, besonders bevorzugt ein Ruthenium(+II)-Komplexsalz, als Komponente (b) verwendet.

Da die Verwendung absolut wasserfreier Substanzen und Apparaturen einen zusätzlichen Aufwand erfordert, empfiehlt es sich, feuchtigkeitsunempfindliche ROMP-Katalysatoren einzusetzen, wie z.B. die in der WO 96/16100 und der WO 96/20235 beschriebenen Ruthenium(+II)-und Osmium(+II)-Komplexsalze.

Besonders bevorzugte ROMP-Katalysatoren sind  
 $[(\text{Cyclohexyl})_3\text{P}]_2\text{RuCl}_2$ ,  $[(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}]_3\text{RuCl}_2$ ,  $[(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}]_3(\text{CO})\text{RuH}_2$ ,  $[(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}]_3\text{RuCl}(\text{Cyclopentadienyl})$ ,  $[(\text{Cyclohexyl})_3\text{P}]_2(\text{CH}_3\text{OH})\text{Ru}(\text{Tosylat})_2$ ,  $[(\text{o-Tolyl})_3\text{P}]_3\text{RuCl}_2$ ,  $[(\text{CH}_3)_2\text{CH}]_3\text{P}(\text{p-Cymol})\text{RuCl}_2$  und insbesondere  $(\text{Cyclohexyl})_3\text{P}(\text{p-Cymol})\text{RuCl}_2$ .

Die gewünschte Viskosität des härtbaren Gemisches kann durch Zusatz von thermoplastischen Materialien eingestellt werden. Beispiele für geeignete Thermoplasten sind Polystyrol, Polynorbornen (z.B. Norsorex<sup>®</sup> NS der Fa. Nippon Zeon), hydrierte Polynorbornenderivate (z.B. Zeonex<sup>®</sup> der Fa. Nippon Zeon), Polycycloocten (z.B. Vestenamer<sup>®</sup> der Fa. Hüls) und Polybutadien.

Ein besonderer Vorteil des beschriebenen Verfahrens zur Herstellung der Baugruppe 45 besteht darin, daß die Verfahrensschritte der Durchimprägnierung des lose geschichteten Blechpakets 8, der Umhüllung der übrigen Bauelemente und der gesamten Baugruppe 45 mit einer Korrosionsschicht 46 (Fig. 6) sowie der festen Verbindung aller Teile miteinander in einem einzigen Arbeitsschritt erfolgen können, ohne daß zusätzliche mechanische Verbindungsmittel benötigt werden. Dabei können die Vorgänge der Be- und Entladung des Werkzeugs 28, das Öffnen und Schließen des Werkzeugs 28 und das Füllen der



verbleibenden Hohlräume innerhalb der Formhöhlung weitgehend automatisiert werden. Werden außerdem härtbare Gemische mit elektrisch isolierenden Eigenschaften verwendet, was für die oben genannten Materialien zutrifft, dann ergibt sich der weitere Vorteil, daß die Bleche 1 in dem einzigen genannten Arbeitsschritt auch mit einer elektrisch isolierenden Schicht umhüllt werden, so daß im Prinzip auch völlig unvorbehandelte, keine Isolierschichten aufweisende Elektrobleche als Ausgangsmaterialien verwendet werden können.

Ein weiterer überragender Vorteil der Erfindung besteht in diesem Fall darin, daß die einzelnen Bleche 1 des Blechpakets 8 in einem zwar völlig unvorbehandelten, aber dennoch gestapelten und dicht gepackten Zustand in das Werkzeug 28 eingegeben werden können. Aufgrund der natürlichen Oberflächenrauheit im Bereich ihrer Breitseiten 7 verbleiben zwischen den Blechen 1 auch im gestapelten, dicht gepackten Zustand ausreichend viele und große Hohlräume, die sich beim Eindringen des Gemischs in das Werkzeug 28 mit diesem Gemisch füllen, das dann im erhärteten Zustand ohne Bildung schädlicher Blasen oder dgl. die erforderliche Isolierung zwischen den einzelnen Blechen 1 bewirkt. Diese Wirkung kann noch dadurch verbessert und optimiert werden, daß die Kavität vor dem oder beim Einspritzen des Gemischs zumindest teilweise evakuiert wird, um einen geringen, ggf. durch Versuche zu ermittelnden Unterdruck von z.B. 2 bis 10 Millibar herzustellen und das Gemisch dadurch zusätzlich in die Kavität hineinzusaugen, wodurch gleichzeitig die Notwendigkeit entfällt, die noch in der Kavität befindliche Luft mit Hilfe des Gemischs zu verdrängen.

Vorteilhaft ist schließlich auch, daß die äußere Form der Baugruppe 45 weitgehend unabhängig von der durch Stanzen hergestellten Form der einzelnen Bleche 1 und der um diese gelegten Wicklung 19 gewählt werden kann. Insbesondere kann durch entsprechende Ausbildung der Formhöhlung sichergestellt werden, daß die äußere Korrosionsschicht ausreichend dick und umweltbeständig ist, während gleichzeitig durch die Stapelung der Bleche 1 und den zu ihrer Verspannung verwendeten Druck die erwünschten dünnen Kleb- und ggf. Isolierschichten zwischen den einzelnen Blechen 1 herstellbar sind.

Die Ausführungsform nach Fig. 1 bis 8 kann auf vielfache Weise modifiziert und/oder ergänzt werden. Insbesondere kann z.B. vorgesehen werden, die Unterseiten 4 (Fig. 1)

der Bleche 1 bzw. des gesamten Blechpakets und/oder die Unterseiten der Polwangen 12,13 von härtbarem Gemisch frei zu halten. Hierzu wird z.B. die Kavität des Werkzeugs 28 so ausgebildet, daß die genannten Unterseiten nach dem Anordnen der verschiedenen Bauelemente im Werkzeug 28 unmittelbar an entsprechenden Wandteilen anliegen. Da die Unterseiten der Blechpakete und/oder der Polwangen 12,13 in einem fertigen, meistens aus einer Mehrzahl derartiger Magnetpole bestehenden Magneten durch unterhalb der Wicklungen 19 angeordnete, ferromagnetische Polrücken magnetisch miteinander verbunden werden, wird auf diese Weise sichergestellt, daß in den Grenzflächen zwischen den Magnetpolen und den Magnetrücken keine magnetisch schädlichen, durch eingeschlossenes Gemisch gebildeten Spalte entstehen.

Fig. 9 bis 14 zeigen die Herstellung eines Blechpakets 51 für den Ständer einer elektrischen Wechselstrom-Maschine. Das Blechpaket 51 enthält analog zu Fig. 1 bis 8 eine Vielzahl von Blechen oder Lamellen 52, die im oberen Teil der Fig. 9 im auseinandergezogenen und im unteren Teil der Fig. 9 im fertig gestapelten, parallel und bündig aufeinander liegenden Zustand dargestellt sind. Die Bleche 52 werden durch Ausstanzen aus einem rohen, keine Klebmittelschicht aufweisenden, ferromagnetischen Blechstreifen od. dgl. erhalten. Die Bleche 52 haben im Ausführungsbeispiel identische Abmessungen und, wie in der Draufsicht nach Fig. 10 erkennbar ist, eine kreisringförmige Gestalt. An ihrem Innenumfang sind die Bleche 52 mit U-förmigen Ausschnitten 53 versehen, die im gestapelten Zustand aufeinander ausgerichtet sind und durchgehende Nuten bilden. In diese Nuten werden in an sich bekannter Weise Nuthülsen 54 eingepreßt, die sich entsprechend Fig. 9 über die ganze Höhe des Blechpakets 51 erstrecken und auf einfache Weise die Stapelbildung ermöglichen.

25

Die Nuthülsen 54 dienen zur Aufnahme von Wicklungen 55 (Fig. 9), deren Mittellinien einen im wesentlichen flachovalen Verlauf haben, wie aus der Vorderansicht bzw. Draufsicht nach Fig. 9 und 10 für eine noch nicht montierte Wicklung 55 erkennbar ist. Diese entsprechend vorbereiteten Wicklungen 55 werden in Abhängigkeit von der im Einzelfall vorgesehenen Wicklungsart mit ihren langen Seiten in Nuthülsen 54 eingepreßt (Fig. 10), die um das Zwei- oder Mehrfache, in Fig. 10 um das Dreifache der Nutteilung voneinander beabstandet sind, während ihre kurzen Seiten die Wickelköpfe bilden. Im montierten Zustand nimmt daher die Wicklung 55 die in Fig. 10 mit der gestrichelten

30

Linie 55a angedeutete Lage ein (vgl. auch Fig. 11). Die Nuthülsen 54 bestehen zweckmäßig aus Papier, Pappe oder einem isolierenden Kunststoff, so daß die Wicklungen 55 ausreichend gegen die Bleche 52 isoliert sind, auch wenn diese keine Isolierschicht aufweisen oder diese durch den Stanzvorgang verloren haben. Zur axialen Fixierung der Nuthülsen 54 im Blechpaket 51 kann je ein Nuthülsenbund 56 (Fig. 11) dienen, der auf die oberen bzw. unteren Enden der Nuthülsen 54 aufgeclipst wird oder auch in die Nuthülsen 54 als Falz integriert sein kann.

Nachdem alle Wicklungen 55 in die zugehörigen Nuthülsen 54 eingesetzt und in der erforderlichen Weise elektrisch miteinander verbunden worden sind (Fig. 11), wird die lose vormontierte Baugruppe analog zu der Baugruppe nach Fig. 4 in ein Werkzeug 59 eingelegt (Fig. 12,13), das im Ausführungsbeispiel zwei Werkzeughälften 60,61 aufweist, die an einander gegenüberliegenden Seiten mit Aussparungen 62,63 versehen sind, die im geschlossenen Zustand des Werkzeugs 59 eine Formhöhlung bzw. Kavität bilden, deren Abmessungen geringfügig größer als die Außenabmessungen der eingelegten Baugruppe sind. Die Positionierung der Baugruppe im Werkzeug kann analog zu Fig. 6 mit Hilfe von nicht dargestellten Distanzstücken oder anderen Positionierhilfen erfolgen, die vorzugsweise dort an der Baugruppe angreifen, wo eine Umhüllung mit dem härtbaren Gemisch nicht erforderlich ist.

Nach dem Schließen des Werkzeugs 59 in Richtung der in Fig. 12 eingezeichneten Pfeile wird ein härtbares Gemisch in die Kavität eingebracht, wozu das Werkzeug 59 analog zu Fig. 7 mit einer bis zur Kavität reichenden Einlaßöffnung versehen wird, die mittels einer Leitung 64 (Fig. 14) mit einem Steuerventil 65 und über Dosierpumpen 66,67 an Mischbehälter 68,69 angeschlossen wird, die ein Reaktionsharz bzw. einen Härter od. dgl. enthalten, um daraus das Gemisch zuzubereiten. In einem Mischer 70 werden die mit den Dosierpumpen 66,67 dosierten Reaktionsharz- und Härteranteile gemischt. Die Verfahrensschritte des Einbringens des Gemischs in die Kavität, des Härtens bzw. Anhärtens des Gemischs, des Temperns und ggf. Reinigens sind analog zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 bis 8 und brauchen daher nicht noch einmal beschrieben werden. Dasselbe gilt für die anwendbaren Gemische, insbesondere Gießharzmischungen, deren Zubereitung, die bevorzugte Einspritzung des Gemisches unter einem Druck von z.B. 1 bis 3 bar, die vorzugsweise zusätzliche Evakuierung der Kavität und die bevorzugte Anwendung des

Druckgeliervfahrens.

5 Nach der Entformung wird die aus Fig. 14 ersichtliche, fertige Baugruppe 71 in Form eines Ständers erhalten. Diese Baugruppe 71 ist rundum mit einer Korrosionsschutz- und ggf. Isolierschicht 72 versehen, deren Dicke dem Abstand der verschiedenen Bauelemente von den Wänden der zugehörigen Werkzeughälften 60,61 im geschlossenen Zustand des Werkzeugs 59 entspricht und entsprechend vorgewählt werden kann.

10 Die Vorteile, die bei der Herstellung der Baugruppe 71 nach dem beschriebenen Verfahren erzielt werden, sind analog denen, die oben in Verbindung mit der Baugruppe 45 erläutert wurden. Dabei kann die äußere Form der fertigen Baugruppe 71 weitgehend unabhängig von der Stanzform der einzelnen Bleche 52 gewählt werden, so daß bei Bedarf die endgültigen, elektrischen, magnetischen, mechanischen und/oder geometrischen Eigenschaften der Blechpakete bzw. der Baugruppe 71 zumindest teilweise erst durch die  
15 Behandlung aller Bauteile mit dem härtbaren Gemisch in einem Werkzeug erhalten werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Anbringung der Schichten zwischen den einzelnen Blechen, den äußeren Korrosionsschutz, die dauerhafte Verbindung der verschiedenen Teile miteinander und die endgültige äußere Form der umhüllten Blechpakete, Baugruppen oder Teilen davon. Besonders vorteilhaft ist außerdem, daß weder zur  
20 Positionierung noch zur Verbindung der Einzelteile zusätzliche Verbindungsmittel wie z.B. Schrauben, Nieten, Kleber od. dgl. benötigt werden und die mechanische Festigkeit und Umweltbeständigkeit durch die Dicke der äußeren Umhüllung mit dem härtbaren Gemisch festgelegt werden kann.

25 Wie insbesondere Fig. 11 zeigt, kann es weiterhin zweckmäßig sein, die in das Werkzeug gegebenen Blechpakete oder Baugruppen an bestimmten Stellen, z.B. an ihren Außenseiten, mit einem aus einem porösen Material hergestellten Abstandselement 73 zu belegen, das z.B. aus einer aus Kunststoff-Fäden od. dgl. hergestellten, gewebten Matte besteht, die das Blechpaket 51 od. dgl. in einem gewünschten Abstand von den Wandun-  
30 gen der Formhöhlung hält. Derartige Elemente oder Matten werden beim Einspritzvorgang vollständig mit dem Gemisch durchtränkt, so daß beim Aushärten eine stabile, feste Kunstharzschicht entsteht, die eine mechanisch feste Außenwand an der fertigen Baugruppe 71 bildet und deren mechanische Stabilität vergrößert.



Zur Verbesserung der elektrischen Eigenschaften (Dielektrizitätskonstante, Verlustfaktor) können den härtbaren Mischungen Silane, z.B. die von der Fa. Osi Specialties unter der Bezeichnung Silquest® Silan angebotenen Verbindungen, zugesetzt werden. Geeignete Silane sind beispielsweise Octyltriethoxysilan, Methyltriethoxysilan und Vinyltriethoxysilan.

Außerdem können die härtbaren Mischungen Füllstoffe wie beispielsweise Metallpulver, Holzmehl, Glaspulver, Glaskugeln oder Halbmetall- und Metalloxide enthalten. Bevorzugte Füllstoffe sind Wollastonit,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2$ , wobei von den verschiedenen  $\text{SiO}_2$ -Modifikationen Quarzmehl besonders bevorzugt ist.

Neben den oben erwähnten Additiven können die härtbaren Gemische weitere übliche Zusatzstoffe wie z.B. Antioxidantien, Lichtschutzmittel, Weichmacher, Farbstoffe, Pigmente, Thixotropiemittel, Zähigkeitsverbesserer, Entschäumer, Antistatika, Gleitmittel und Entformungshilfsmittel enthalten.

Im übrigen werden die härtbaren Gemische nach bekannten Methoden hergestellt, üblicherweise mit Hilfe bekannter Mischaggregate (Rührer, Kneter, Walzen, Mühlen, Trockenmischer oder Dünnschichtengasungsmischer). Die verschiedenen Verfahren zur Herstellung von Formmassen sind dem Fachmann bekannt und beispielsweise in Becker/-Braun: "Kunststoff-Handbuch, Band 10, Duroplaste", Carl Hanser Verlag 1988, Seiten 515 ff. und 825., beschrieben.

Ist es erwünscht, die einzelnen Bleche in anderer als der oben erläuterten Weise zu stapeln, können sie auch mit geeigneten Hilfsmitteln, z. B. Spacern, so an den Enden fixiert werden, daß die Abstände zwischen den einzelnen Blechen ungefähr gleich sind. Es muß lediglich genügend Raum für den Eintritt der isolierenden Harzmasse in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Blechen vorhanden sein. Der Abstand der Bleche kann auf diese Weise z.B. auf 1  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise auf 2  $\mu\text{m}$  bis 5  $\mu\text{m}$  eingestellt werden.

Die bei den erfindungsgemäßen Verfahren verwendbaren Metallbleche sind vorzugsweise Stahlbleche, obwohl auch andere ferromagnetische Materialien eingesetzt werden können.



Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, die sich auf vielfache Weise abwandeln lassen. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die nach dem beschriebenen Verfahren herstellbaren, ferromagnetische Blechpakete aufweisenden Baugruppen. Nach dem beschriebenen Verfahren können Blechpakete aller Art für alle  
5 Geräte hergestellt werden, die einen magnetischen Kreis haben, der aus elektromagnetischen Gründen ein aus einzelnen Blechen zusammengesetztes Blechpaket erfordert. Unabhängig davon können die Blechpakete nach dem beschriebenen Verfahren auch einzeln hergestellt und nachträglich in konventioneller Bauweise mit anderen Bauelementen zu Baugruppen zusammengefaßt werden. Dabei versteht sich, daß die beschriebenen  
10 Blechpakete und/oder Baugruppen auch mit anderen, nicht näher erläuterten Bauelementen, z.B. mit nach außen führenden elektrischen oder mechanischen Anschlüssen, versehen werden können, die ebenfalls durch das umhüllende, härtbare Gemisch fixiert und/oder gebildet werden. Schließlich umfaßt die Erfindung auch die nach dem beschriebenen Verfahren hergestellten Blechpakete und Baugruppen, wobei die einzelnen Merkmale auch  
15 in anderen als den beschriebenen und in der Zeichnung dargestellten Kombinationen angewendet werden können.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines aus ferromagnetischem Material bestehenden Blechpakets (8,51) für elektromagnetische Baugruppen, dadurch gekennzeichnet, daß das Blechpaket (8,51) aus rohen Elektroblechen (1,52) zusammengesetzt und ggf. unter Anwendung von Positionierhilfen in einem formgebenden Werkzeug (28,59) positioniert wird und daß  
5 die Bleche (1,52) dann durch Einbringen eines härtbaren Gemischs in das Werkzeug (28,59) und An- oder Aushärten der Formmasse in einem einzigen Arbeitsschritt vollständig mit dem Gemisch umhüllt und zum fertigen Blechpaket (8,51) miteinander verbunden werden.
- 10 2. Verfahren zur Herstellung einer elektromagnetischen Baugruppe (45,71), die wenigstens ein aus ferromagnetischem Material bestehendes Blechpaket (8,51) und ein weiteres Bauelement (12-14,53-56) enthält, dadurch gekennzeichnet, daß das Blechpaket (8,51) aus rohen Elektroblechen (1,52) zusammengesetzt und zusammen mit dem weiteren Bauelement (12-14,53-56) ggf. unter Anwendung von Positionierhilfen in einem Werkzeug  
15 (28,59) positioniert wird und daß dann durch Einbringen eines härtbaren Gemischs in das Werkzeug (28,59) und An- oder Aushärten des Gemischs in einem einzigen Arbeitsschritt die Bleche (1,52) mit dem Gemisch umhüllt und zum fertigen Blechpaket (8,51) miteinander verbunden werden und das Blechpaket (8,51) mit dem Bauelement (12-14,53-56) verbunden wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Baugruppe (45,71) insgesamt erst durch das Gemisch mit ihren endgültigen elektrischen, magnetischen, mechanischen und/oder geometrischen Eigenschaften versehen wird.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (28,59) vor dem Einbringen des Gemischs zumindest teilweise evakuiert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es als Druckgeliervorgang ausgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Abschnitt des Blechpakets (8,51) und/oder des Bauelements (12-14,53-56) beim Einbringen in das Werkzeug (28,59) zum Ansetzen eines Positionierelements benutzt wird.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Positionierelement ein aus einem porösen Material hergestelltes Abstandselement (73) verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 dadurch gekennzeichnet, daß als härgbares Gemisch ein thermisch härgbares Gemisch verwendet wird.
- 10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung des Blechpakets (8, 51) rohe, unvorbehandelte Bleche (1, 52) verwendet werden und die gegenseitige elektrische Isolierung zwischen den Blechen (1, 52) durch Anwendung eines härtbaren Gemischs mit elektrisch isolierenden Eigenschaften hergestellt wird.
- 15 10. Blechpaket, dadurch gekennzeichnet, daß es durch das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 hergestellt ist.
11. Baugruppe, dadurch gekennzeichnet, daß sie durch das Verfahren nach einem der
- 20 Ansprüche 2 bis 9 hergestellt ist.

1/8

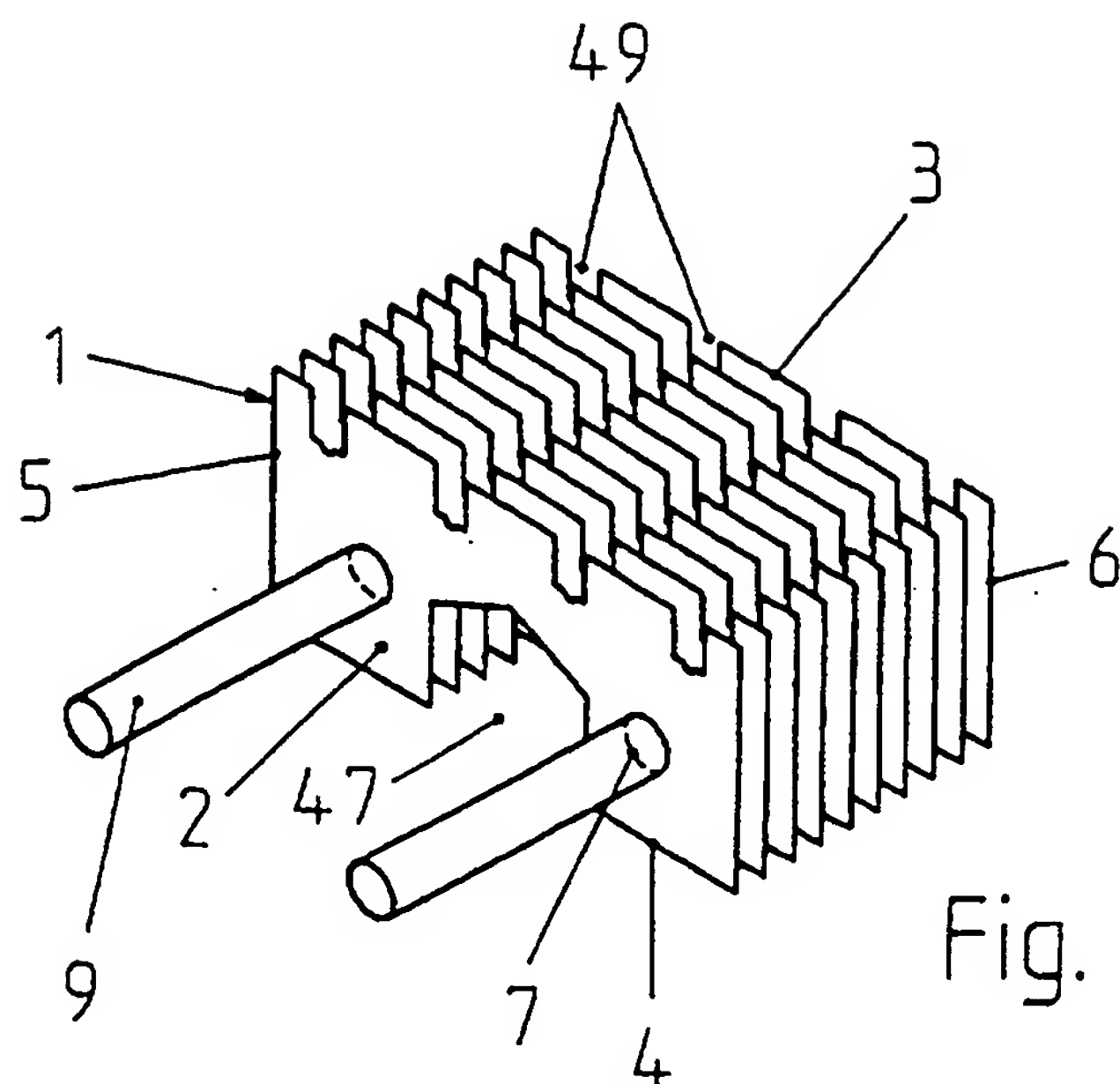


Fig. 1

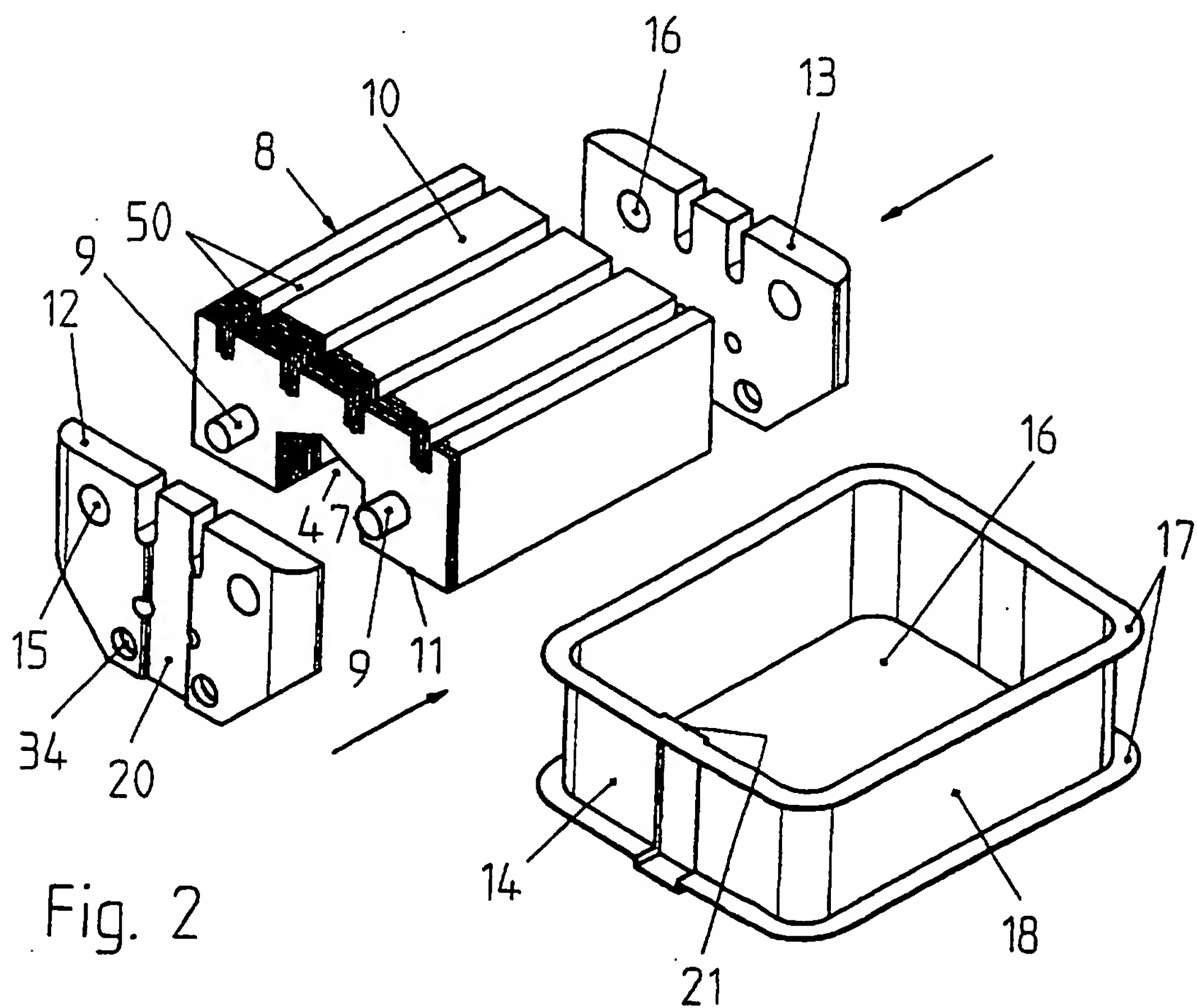
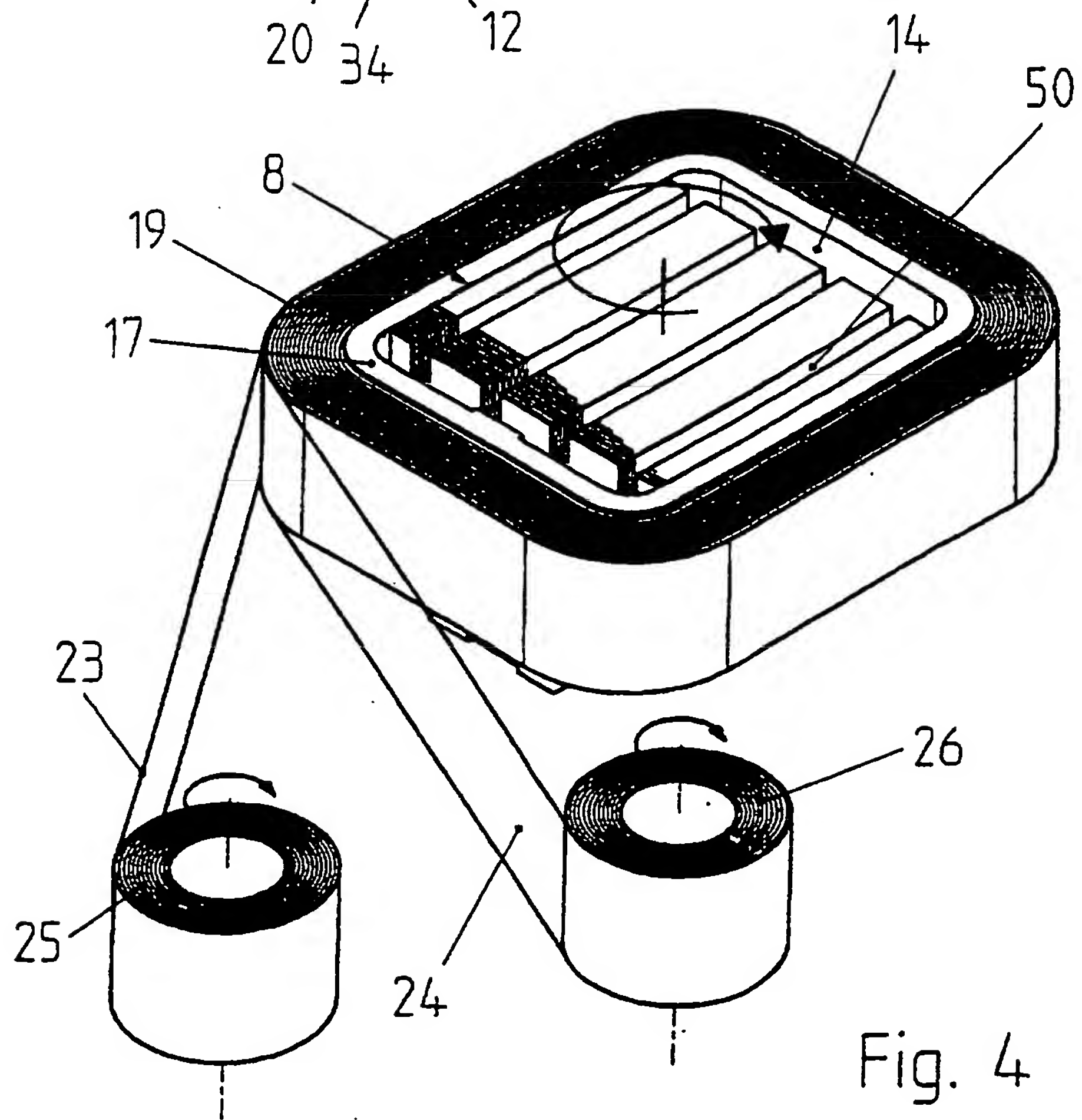
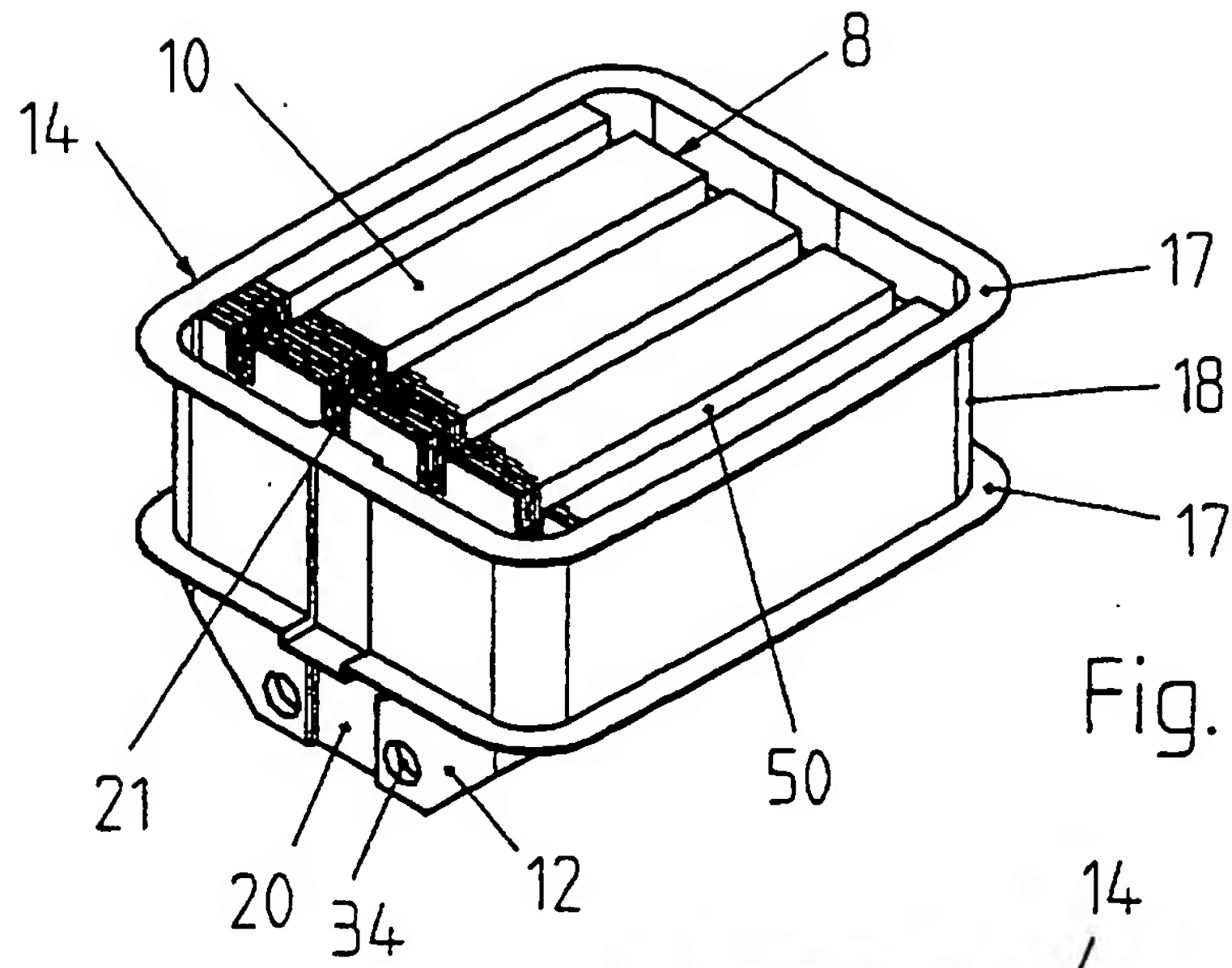


Fig. 2

ERSATZBLATT (REGEL 26)

2/8



ERSATZBLATT (REGEL 26)



3/8

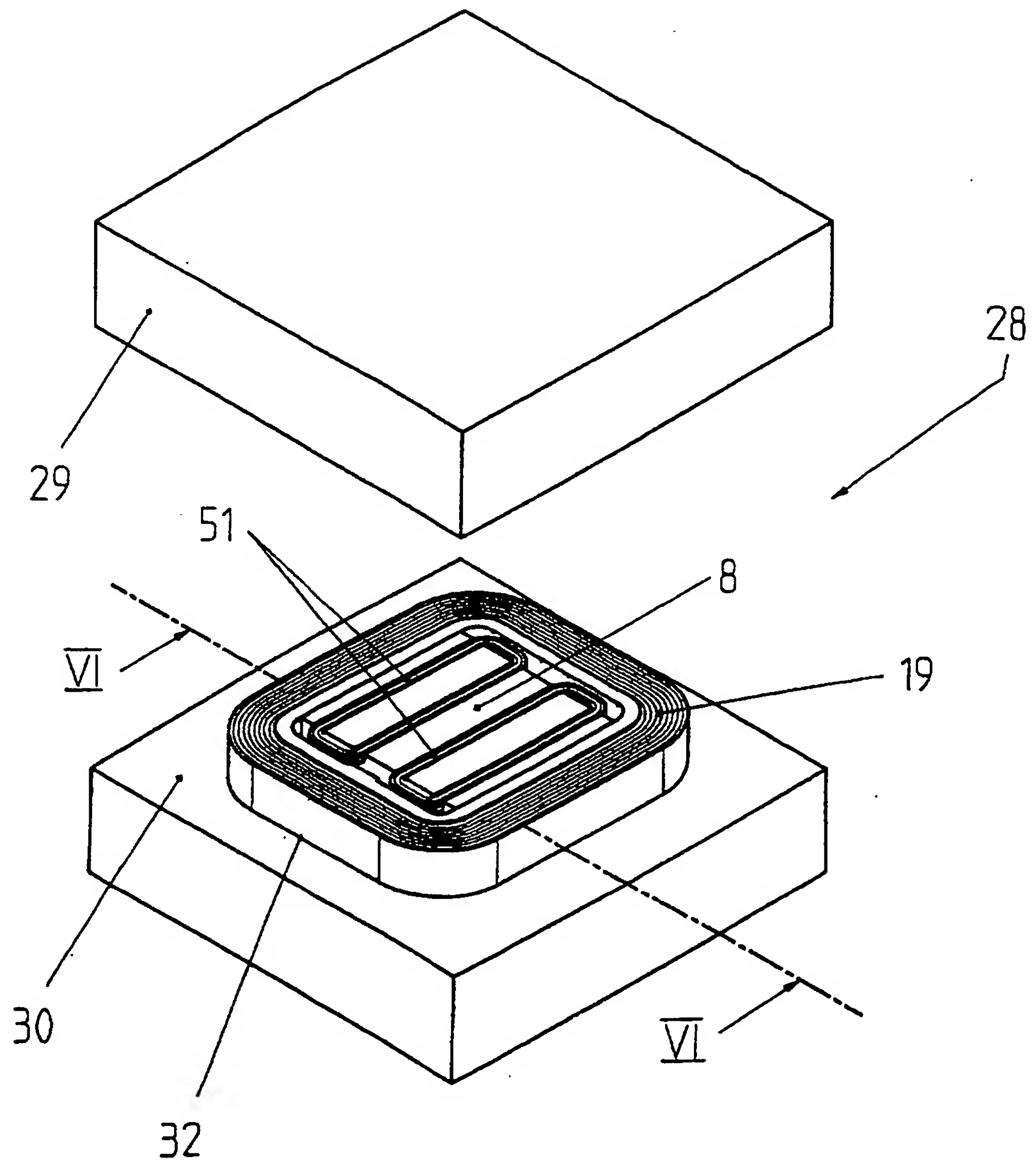


Fig. 5

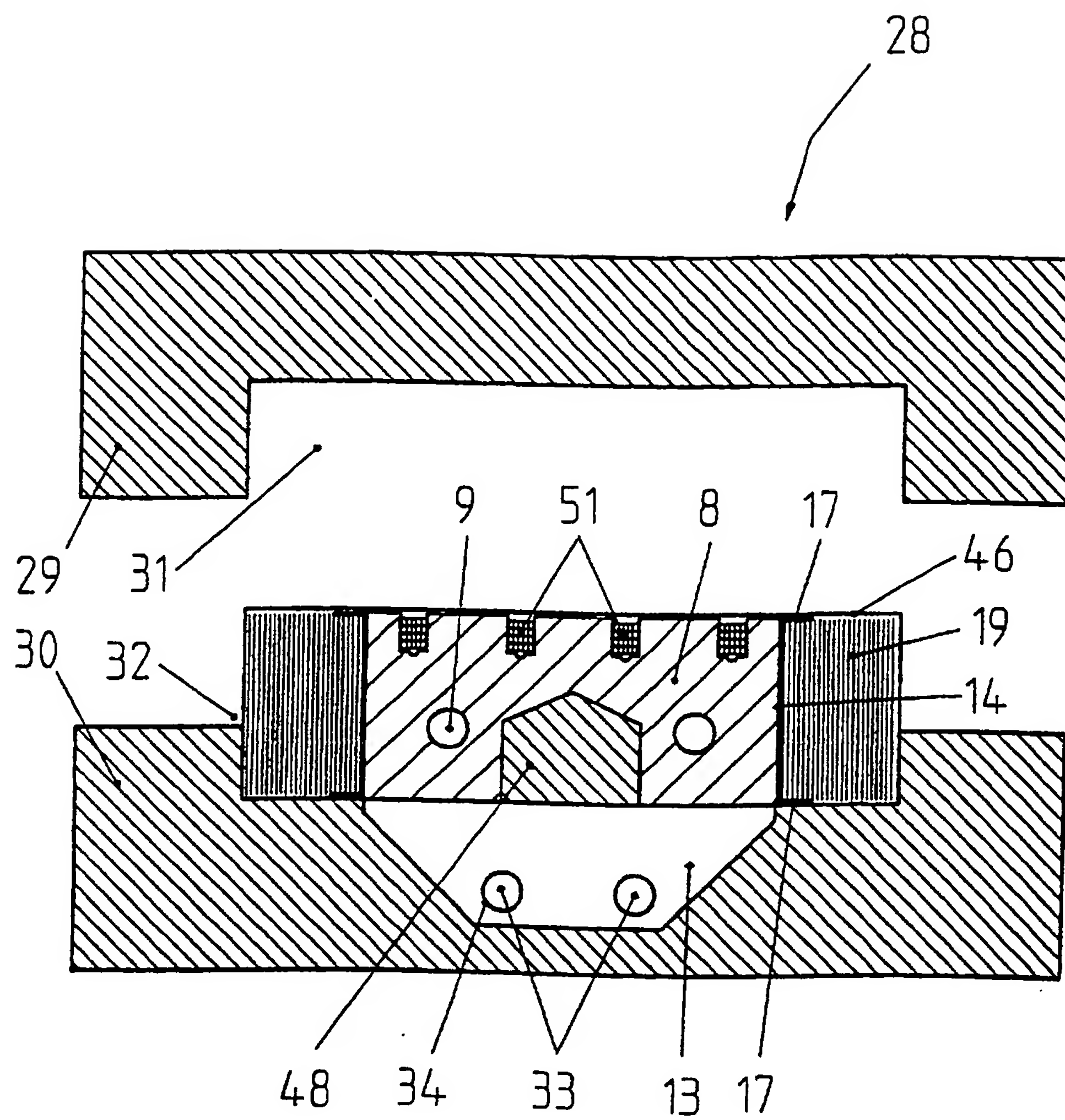


Fig. 6

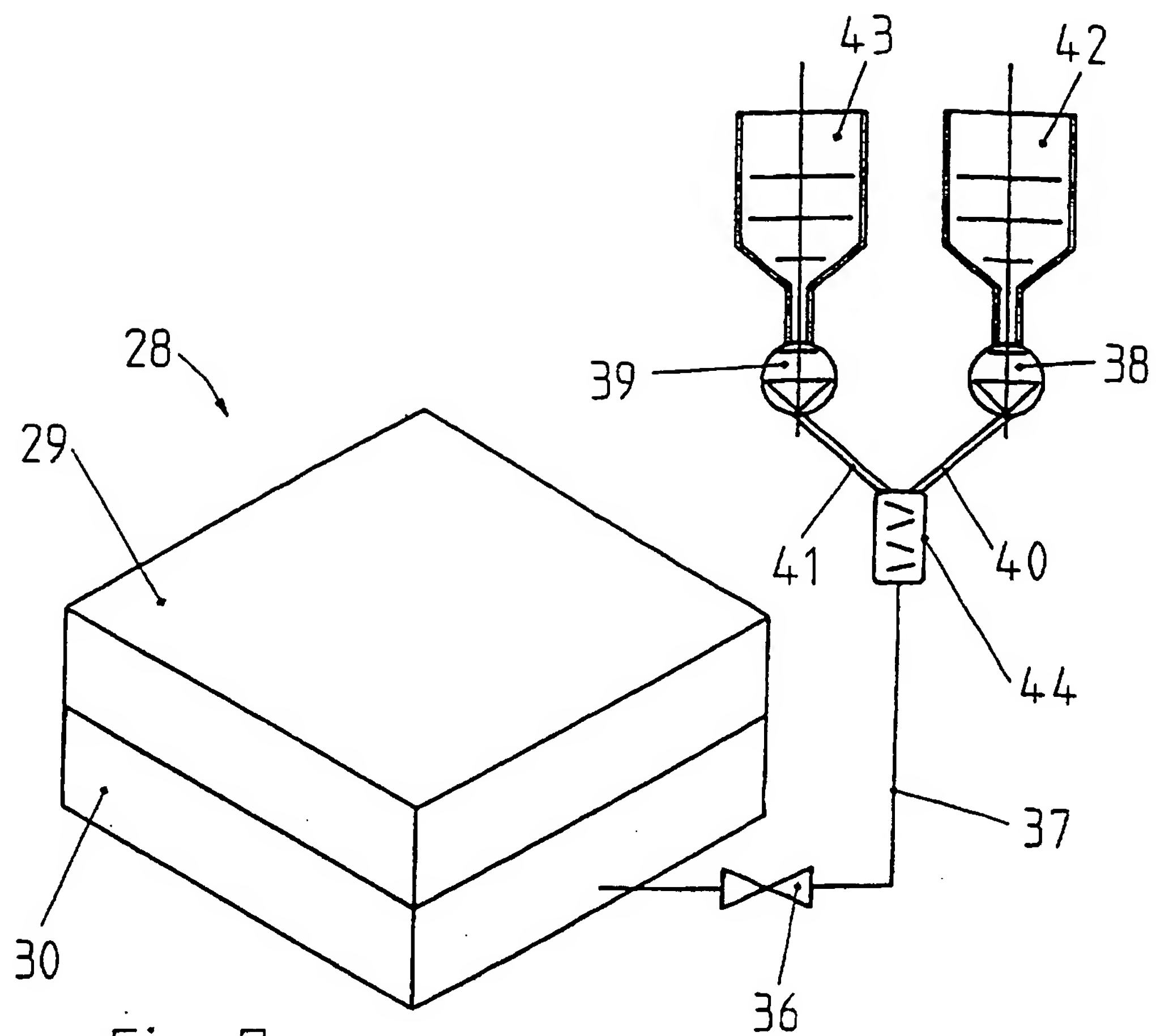


Fig. 7

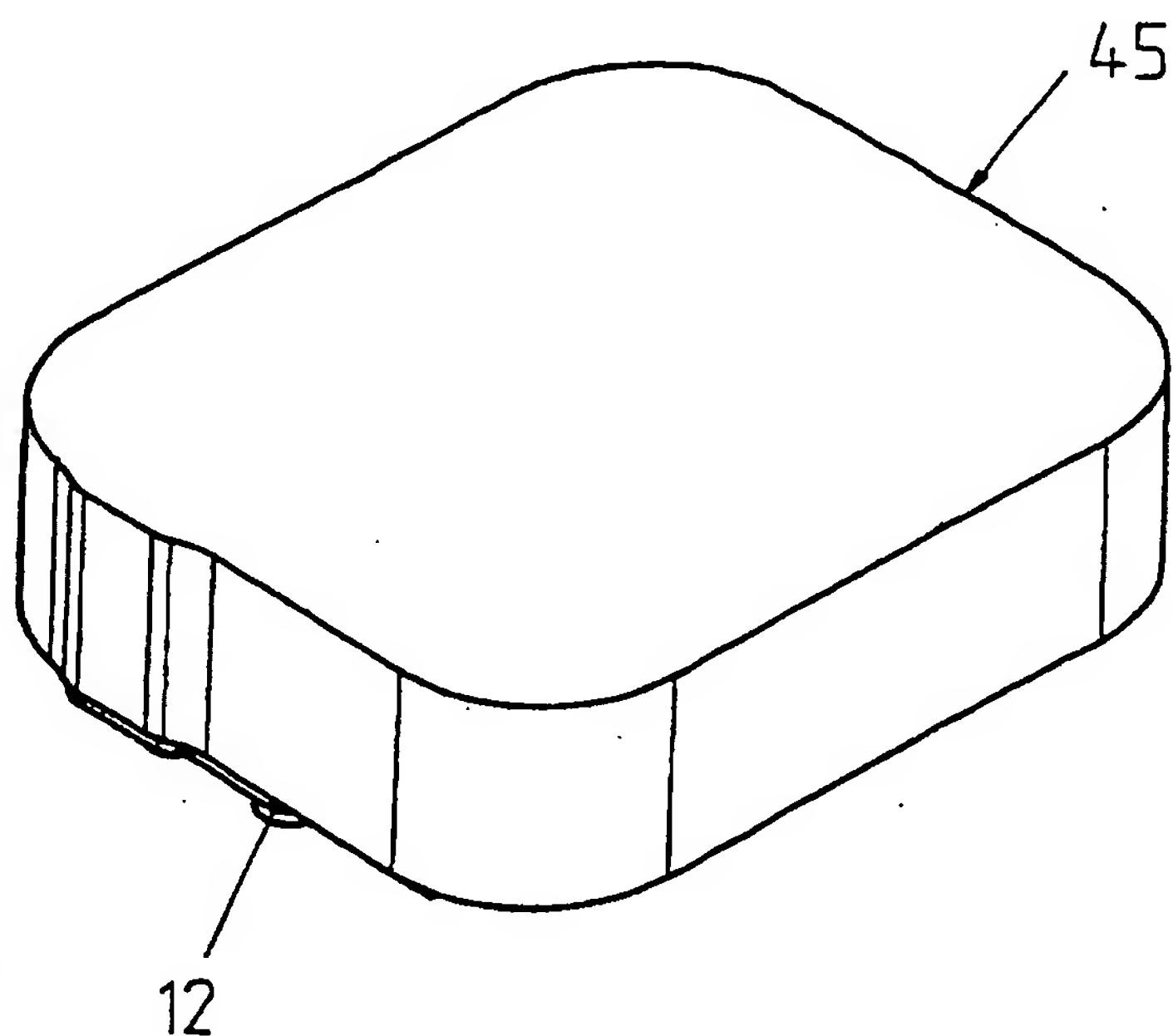


Fig. 8

6/8

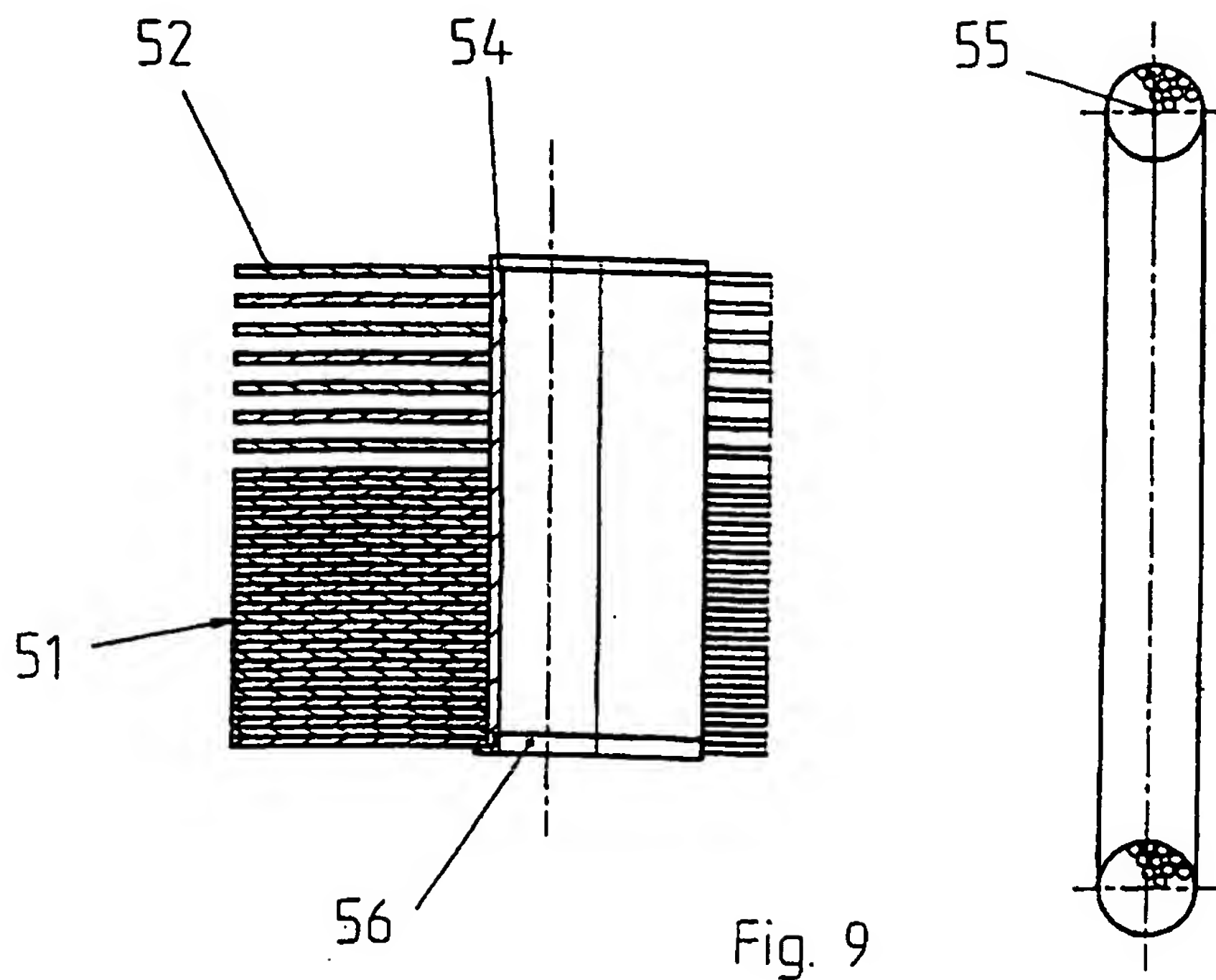


Fig. 9

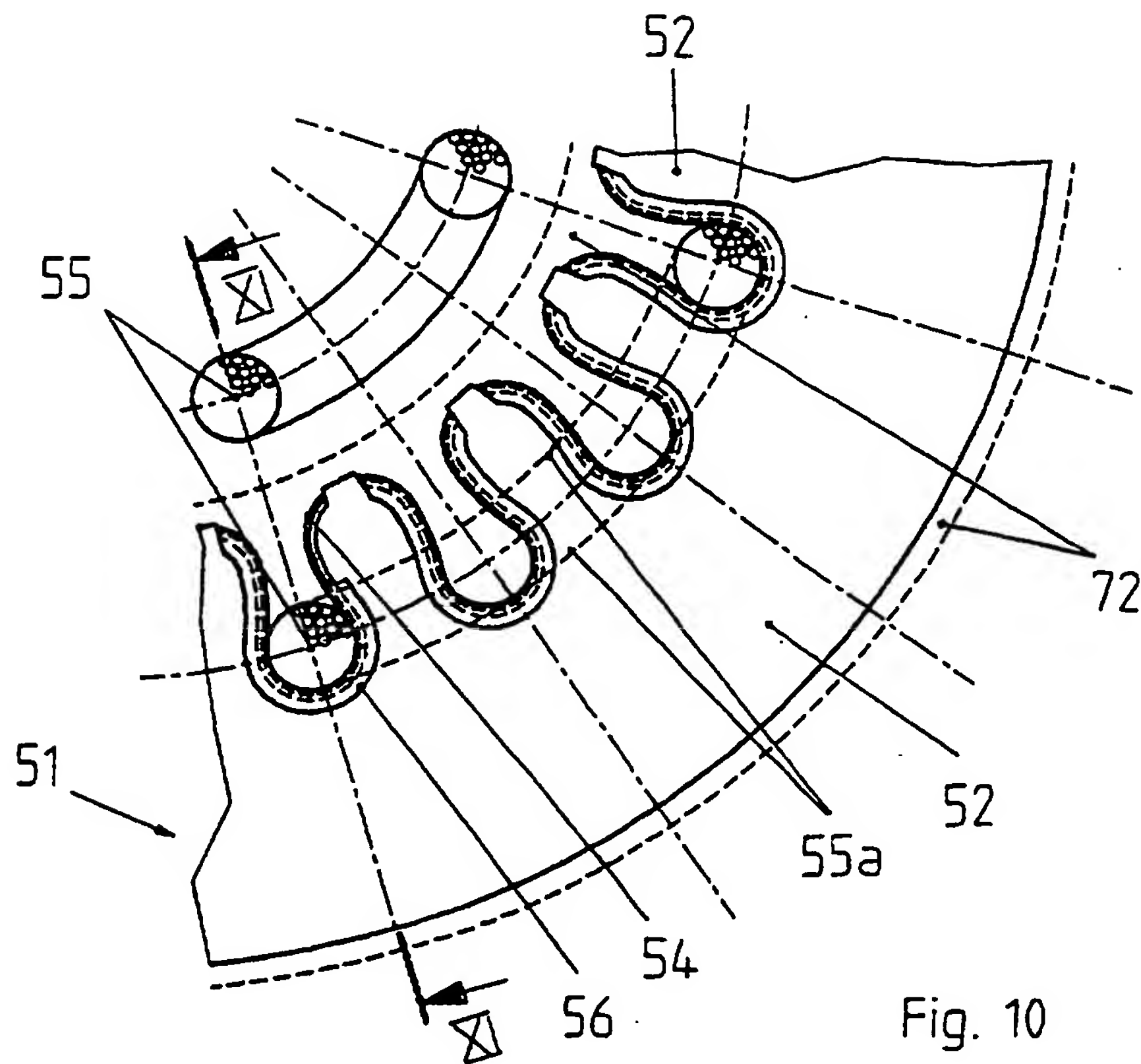
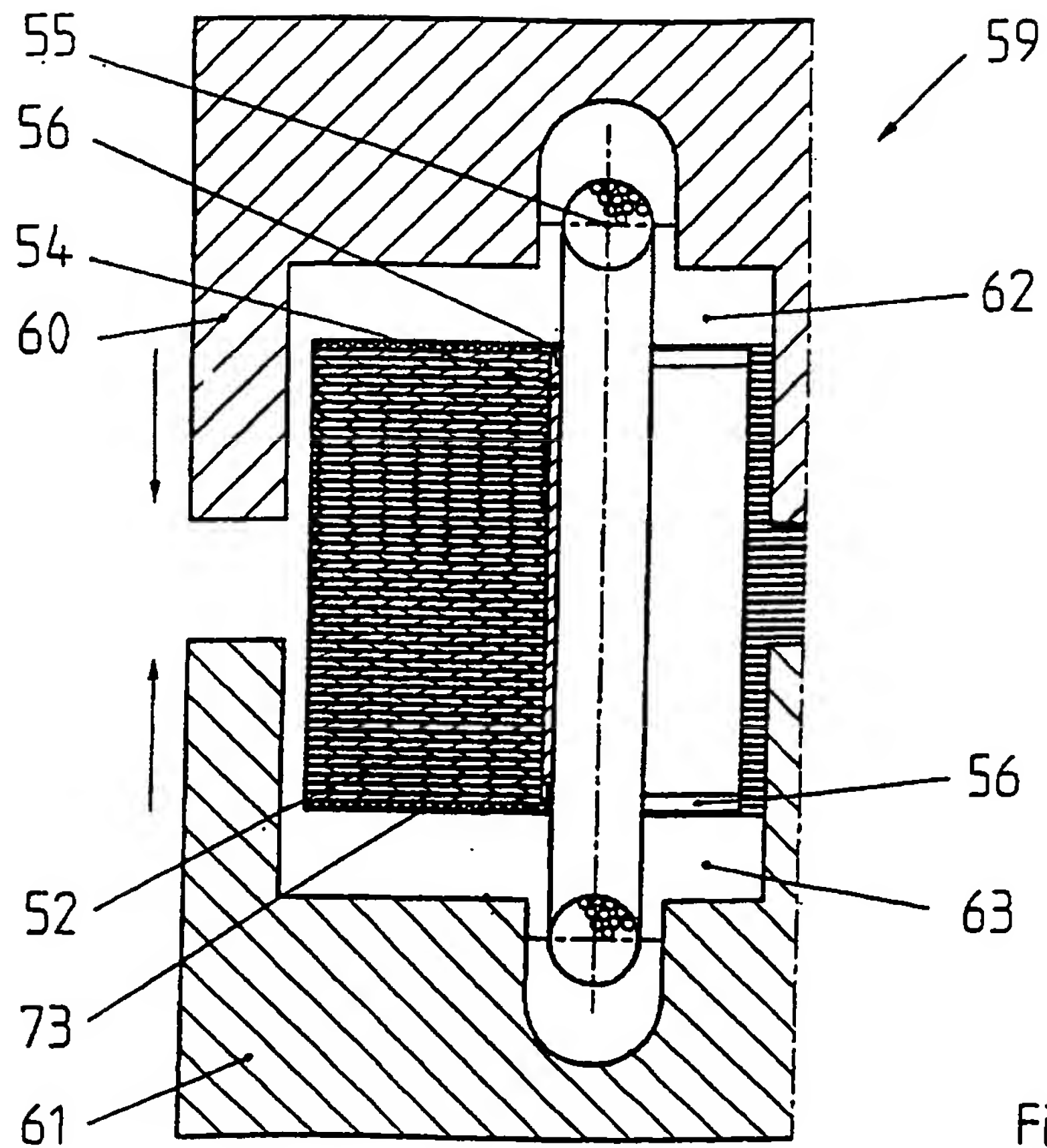
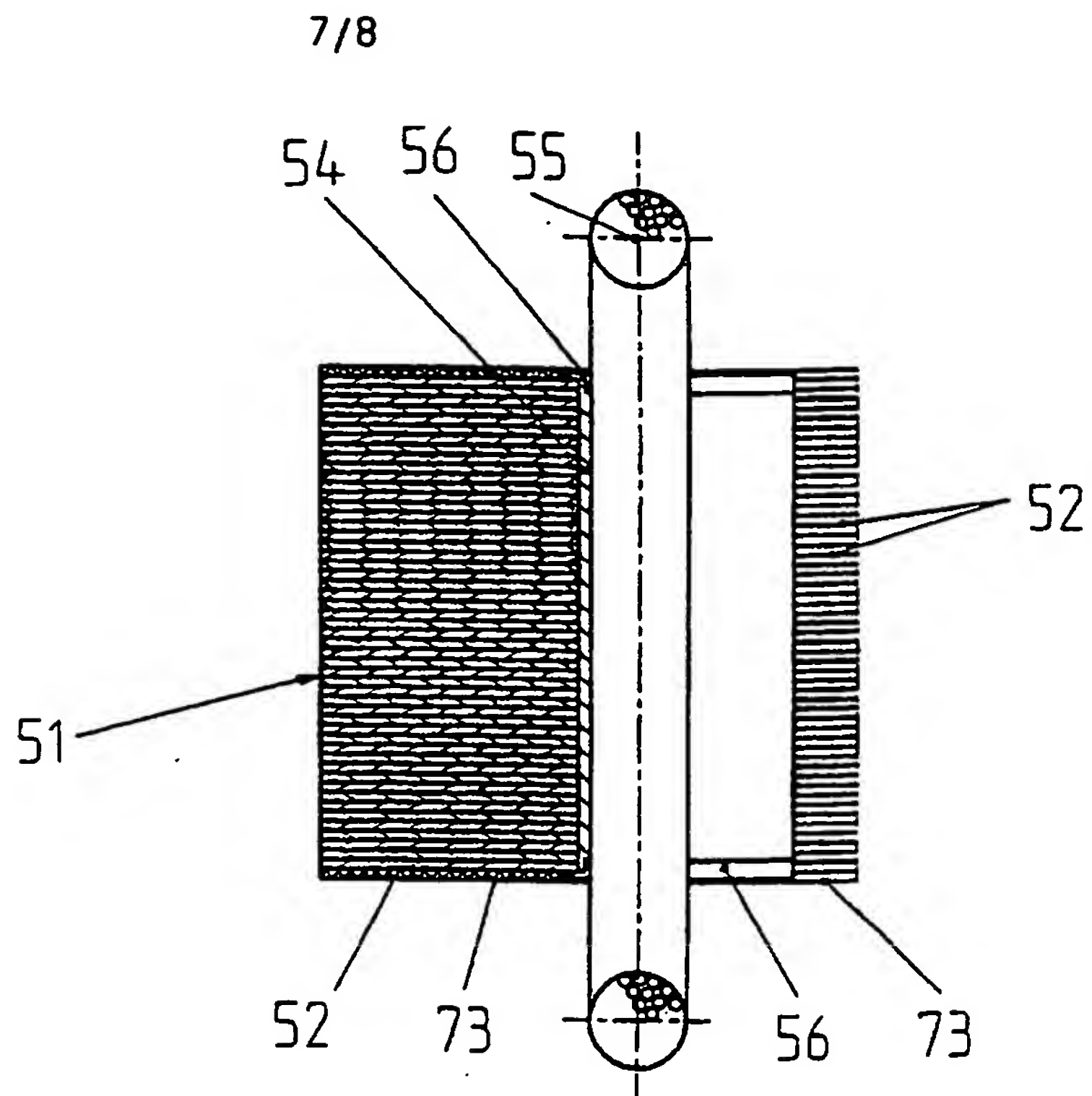


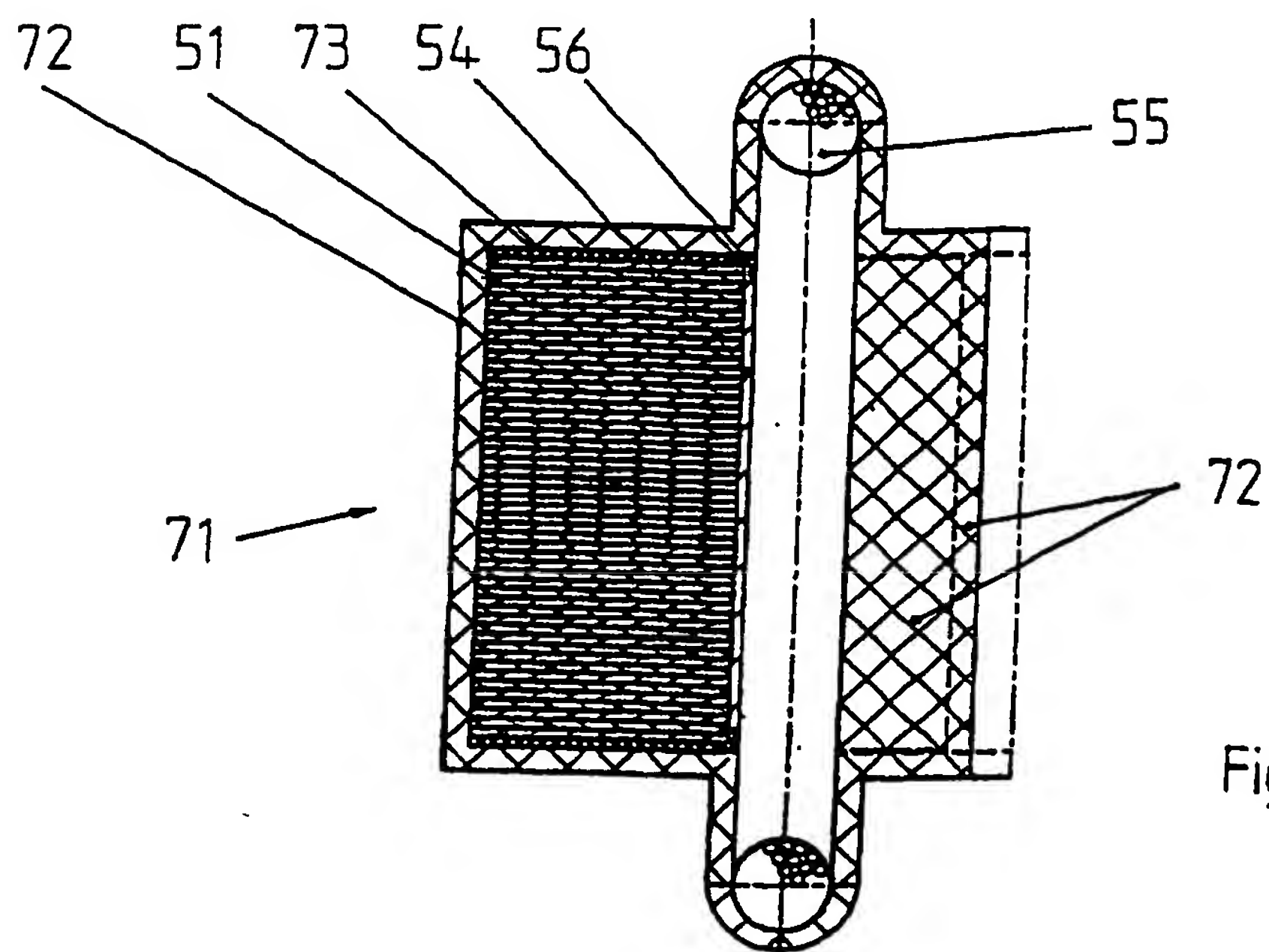
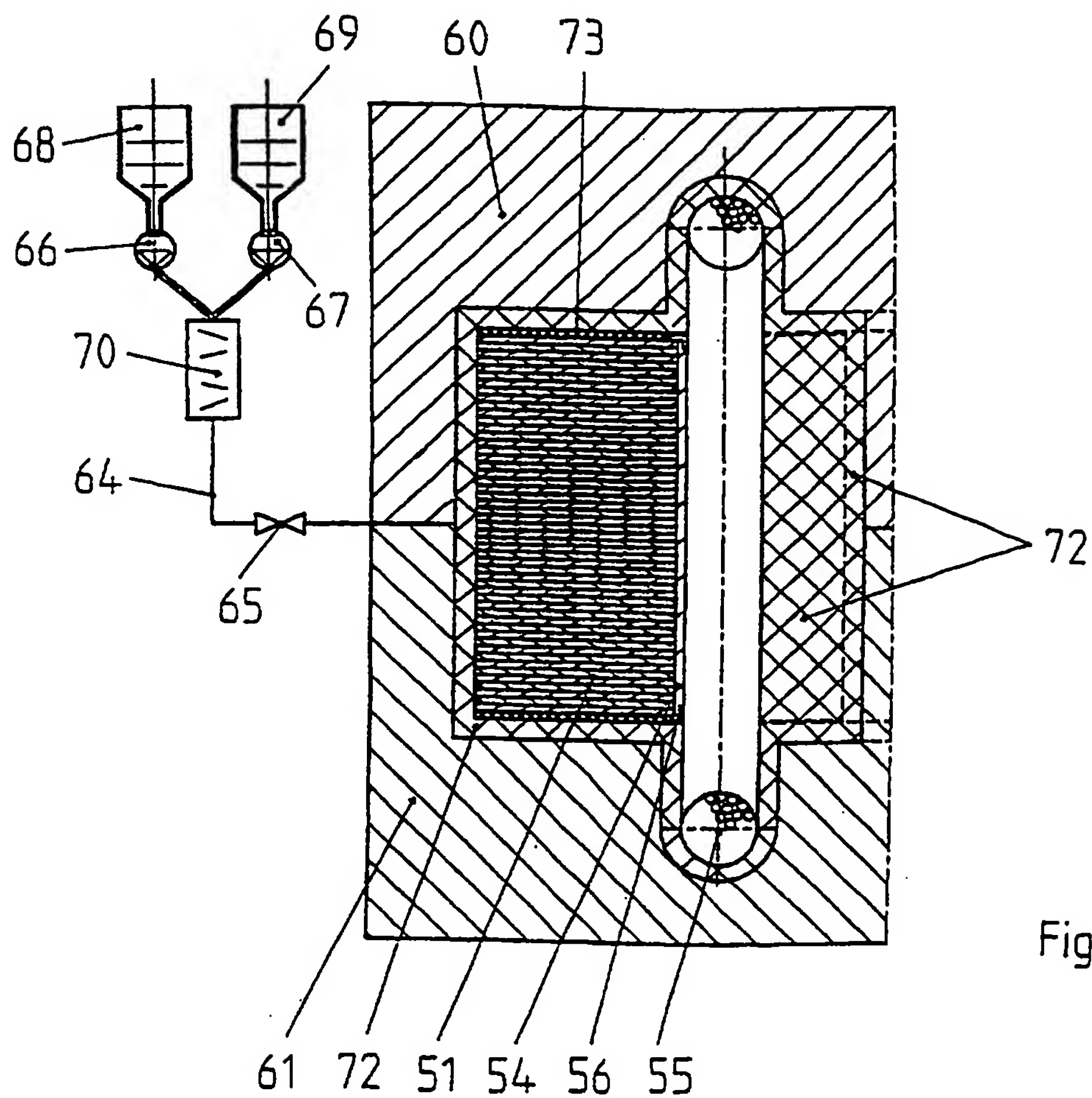
Fig. 10



ERSATZBLATT (REGEL 26)



8/8



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.

PCT/DE 97/00200

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 H02K1/04 H01F27/245 H01F41/02 H02K15/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 H02K H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 15 38 991 A (SIEMENS AG) 23 October 1969 see page 1, paragraph 2 - page 2, paragraph 2; figure 1 ---	1-3,5, 8-11
Y	DE 30 12 320 A (FORSCH. INST. LEHMANN) 8 October 1981 see page 5, line 6 - line 15; figure 7 ---	1 3,4
A		
Y	DE 43 38 913 A (VACONTEC) 18 May 1995 cited in the application see column 3, line 63 - column 4, line 7; claim 1; figure 4 --- -/--	2,3,5, 8-11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 June 1997

Date of mailing of the international search report

- 2. 07. 97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Roy, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No  
PCT/DE 97/00200

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>BULLETIN DER SCHWEIZISCHEN ELEKTROT. VEREINS, vol. 63, no. 22, 28 October 1972, XP002032838 W DIETERLE UND J SCHIRR: "ELEKTRISCHE UND MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN VON IM DRUCKGELIERVERFAHREN HERGESTELLTEN EPOXIDHARZFORMSTOFFEN" see page 18, column 2, paragraph 3 - paragraph 4</p>	5
A	<p>--- DE 23 60 820 A (SKF IND TRADING &amp; DEV) 11 July 1974 see claim 1; figure 6</p>	1,3
A	<p>--- DE 20 09 631 A (PAPST MOTOREN KG) 9 September 1971 see page 7, paragraph 1; figure 2 -----</p>	1,3

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1538991 A	23-10-69	NONE	
DE 3012320 A	08-10-81	NONE	
DE 4338913 A	18-05-95	WO 9514324 A EP 0729665 A	26-05-95 04-09-96
DE 2360820 A	11-07-74	FR 2211784 A GB 1457450 A JP 1190100 C JP 49108503 A JP 58010945 B US 3953754 A US 3955272 A	19-07-74 01-12-76 13-02-84 16-10-74 28-02-83 27-04-76 11-05-76
DE 2009631 A	09-09-71	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 6 H02K1/04 H01F27/245 H01F41/02 H02K15/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H02K H01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
------------	--	--------------------

Y	DE 15 38 991 A (SIEMENS AG) 23.Oktober 1969 siehe Seite 1, Absatz 2 - Seite 2, Absatz 2; Abbildung 1 ---	1-3,5, 8-11
---	--	----------------

Y	DE 30 12 320 A (FORSCH. INST. LEHMANN) 8.Oktober 1981 siehe Seite 5, Zeile 6 - Zeile 15; Abbildung 7 ---	1 3,4
---	---	----------

Y	DE 43 38 913 A (VACONTEC) 18.Mai 1995 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 3, Zeile 63 - Spalte 4, Zeile 7; Anspruch 1; Abbildung 4 ---	2,3,5, 8-11
---	---	----------------

-/--

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25.Juni 1997

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

- 2.07.97

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Roy, C



C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	BULLETIN DER SCHWEIZISCHEN ELEKTROT. VEREINS, Bd. 63, Nr. 22, 28.Oktober 1972, XP002032838 W DIETERLE UND J SCHIRR: "ELEKTRISCHE UND MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN VON IM DRUCKGELIERVERFAHREN HERGESTELLTEN EPOXIDHARZFORMSTOFFEN" siehe Seite 18, Spalte 2, Absatz 3 - Absatz 4	5
A	--- DE 23 60 820 A (SKF IND TRADING & DEV) 11.Juli 1974 siehe Anspruch 1; Abbildung 6	1,3
A	--- DE 20 09 631 A (PAPST MOTOREN KG) 9.September 1971 siehe Seite 7, Absatz 1; Abbildung 2 -----	1,3

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1538991 A	23-10-69	KEINE	
DE 3012320 A	08-10-81	KEINE	
DE 4338913 A	18-05-95	WO 9514324 A	26-05-95
		EP 0729665 A	04-09-96
DE 2360820 A	11-07-74	FR 2211784 A	19-07-74
		GB 1457450 A	01-12-76
		JP 1190100 C	13-02-84
		JP 49108503 A	16-10-74
		JP 58010945 B	28-02-83
		US 3953754 A	27-04-76
		US 3955272 A	11-05-76
DE 2009631 A	09-09-71	KEINE	